This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

Naturhistorisches
Museum
BERN

Museum
BERN

LILLE — IMP. LE BIGOT FRÈRES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQU

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-SIXIÈME

1898

Naturhistorisches
Museum
BERN

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

7, rue des Grands-Augustins, 7

1898

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

Naturhistorisches
Museum
BERN

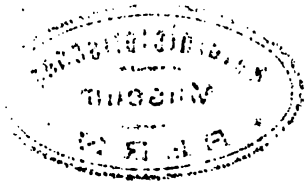
Asiatisches
Museum
BERLIN

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQ

DE FRANCE

Naturhistorisches
Museum
BERN

LILLE — IMP. LE BIGOT FRÈRES.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-SIXIÈME

1898

Naturhistorisches
Museum
BERN

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

7, rue des Grands-Augustins, 7

—

1898

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 10 Janvier 1898

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS, PRÉSIDENT

M. Ph. Glangeaud, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. le Dr **Henri Aubert**, présenté par MM. Bergeron et Dereims.

Arthur Bresson, préparateur de Géologie à l'Université de Besançon, présenté par MM. G. Vasseur et E. Fournier.

Il annonce la présentation de deux nouveaux membres et fait part à la Société de la mort de M. **G. Beltrémieux**, membre depuis 1852.

On procède ensuite, par la voie du scrutin, à l'élection d'un président pour l'année 1898.

M. **J. Bergeron**, ayant obtenu 97 voix sur 118 votants, est élu Président en remplacement de M. Ch. Barrois.

Sont ensuite nommés successivement :

Vice-Présidents : MM. de Margerie, K. von Zittel, Léon Janet, Bleicher.
Secrétaires : MM. J. Blayac et F. Bernard.
Vice-Secrétaires : MM. de Martonne et Cambronne.
Membres du Conseil : MM. de Lapparent, Barrois, Fayol, Zeiller, Schlumberger, Munier-Chalmas.

Par suite de ces élections, le Bureau et le Conseil sont composés. pour 1898, de la façon suivante :

Président : M. J. Bergeron.

Vice-Présidents :

M. de Margerie. | M. K. Von Zittel. | M. Léon Janet. | M. Bleicher.

Secrétaires :

M. J. Blayac, pour la France.
M. F. Bernard, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. de Martonne.
M. Cambronne.

Trésorier : M. Termier. | *Archiviste* : M. A. Thevenin.

Membres du Conseil :

M. Linder.
M. A. Gaudry.
M. Schlumberger.
M. Munier-Chalmas.
M. G. Dollfus.
M. Carez.
M. Cayeux.
M. Douvillé.
M. Zeiller.
M. Fayol.
M. Ch. Barrois.
M. de Lapparent.

Dans sa séance du 20 janvier, le Conseil a fixé de la manière suivante la composition des Commissions pour 1898 :

1° *Commission du Bulletin* : MM. Cayeux, Douvillé, de Lapparent, Schlumberger, Léon Janet.

2° *Commission des Mémoires de Géologie* : MM. Gaudry, de Lapparent, Vélain.

3° *Commission des Mémoires de Paléontologie* : MM. Gaudry, Munier-Chalmas, Douvillé, Zeiller, Bergeron.

4° *Commission de Comptabilité* : MM. Douvillé, Léon Janet, Carez.

5° *Commission de la Bibliothèque et des Archives* : MM. de Margerie, Carez, Haug.

Séance du 24 Janvier 1898

PRÉSIDENCE DE M. CH. BARROIS, PUIS DE M. J. BERGERON

M. Ph. Glangeaud, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **Charles Barrois**, Président sortant, renouvelle ses remerciements à la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait; la bienveillance que lui ont témoignée ses collègues, pendant l'année qui vient de s'écouler, a rendu sa tâche facile autant qu'agréable. Il remercie également ses confrères du bureau, et en particulier les secrétaires sortants, MM. Glangeaud et Flot, du concours qu'ils lui ont prêté. Il rend compte de l'état actuel des publications : le Tome XXV est très avancé, le fascicule 7, récemment distribué et arrêté à la séance du 22 novembre dernier, témoigne en faveur de l'activité et du zèle de M. Glangeaud.

M. Ch. Barrois invite M. Bergeron à le remplacer au fauteuil et prie les nouveaux secrétaires, MM. J. Blayac et F. Bernard, de prendre en même temps place au bureau.

M. **J. Bergeron** remercie la Société de la marque d'estime qu'elle lui donne en l'appelant à la présidence et il rend hommage à la mémoire du Dr Lemoine qui eût été si digne d'occuper le fauteuil présidentiel.

Il insiste sur l'importance toujours croissante des publications de la Société. Malheureusement nos ressources financières n'augmentent pas depuis plusieurs années. Pour établir l'équilibre de notre budget, il faut réduire nos dépenses ou augmenter notre avoir par de nouvelles cotisations. Pour faire des économies, le président est décidé à appliquer de la façon la plus stricte le règlement, qui paraîtra peut-être un peu dur aux auteurs; aussi croit-il devoir les prévenir d'avance pour qu'ils sachent bien que c'est une mesure générale prise pour le bien de la Société. Il faudrait surtout que le nombre des membres augmentât.

M. J. Bergeron remercie M. Barrois de son dévouement à la Société et il espère que notre ancien président reviendra souvent au milieu de nous pour y retrouver les nombreuses sympathies qu'il y a laissées.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Cambessédès**, professeur à l'École des Maîtres-Mineurs de Douai, présenté par MM. Ch. Barrois et Glangeaud.

Sauvaget, ingénieur de la Compagnie de l'Ouest-Algérien, à Blidah, présenté par MM. Pouyanne et Ficheur.

Le Président annonce une présentation.

Il annonce également que MM. **Bleicher** et **L. Janet** remercient la Société géologique de l'honneur qu'elle leur a fait en les nommant Vice-Présidents.

M. Ch. Barrois transmet à la Société les remerciements de M. **K. von Zittel**, élu aussi Vice-Président.

Le Secrétaire annonce que M. **G. Ramond** fait hommage à la Société de l'*Etude géologique de l'Aqueduc de l'Avre*, travail terminé depuis longtemps, mais dont les planches n'ont pu être gravées et coloriées qu'en mars 1897. Cette étude comprend :

1° *Le Profil géologique*, en long, de l'Aqueduc de Verneuil (Eure) à la Seine (100 kilom.), aux échelles de : $0^{m}05$ par kilom. pour les longueurs ; $0^{m}001$ pour les hauteurs ; 2° *Des coupes de détail*, principalement de la traversée des vallées franchies au moyen de conduites métalliques ; 3° *Un texte explicatif.*

Le Président présente de la part de M. **E.-A. Martel** les publications suivantes :

1° *Irlande et Cavernes anglaises*, ouvrage indiquant les curiosités pittoresques et archéologiques de l'Irlande et décrivant les explorations souterraines exécutées par l'auteur en 1895 dans l'Irlande et l'Angleterre, en vertu d'une mission du Ministère de l'Instruction publique ; 2° *Applications géologiques de la Spéléologie*, mémoire développant la conférence faite par l'auteur à la Société géologique, le 24 février 1896 ;

Conformément à la décision prise par le Conseil dans sa séance du 20 janvier, le Président propose à la Société de tenir sa **Réunion extraordinaire de 1898** au mois d'octobre, à **Barcelone.**

Cette proposition, mise aux voix, est acceptée par la Société.

M. l'abbé J. Almera s'offre à diriger une série d'excursions dans les environs de cette ville. — M. Vidal, ingénieur en chef des mines à Barcelone, veut bien conduire dans la Province de Lérida une excursion complémentaire. Un programme détaillé de ces excursions sera envoyé ultérieurement.

SUR LA GÉOLOGIE DE L'ORLÉANAIS

(Réponse à M. de GROSSOUVRE)

par M. **G. DOLLFUS.**

Je ne répondrai pas en détail à la note du 8 novembre dernier *Sur la Géologie de l'Orléanais*, par M. de Grossouvre. J'attendrai qu'il ait pu prendre connaissance des faits eux-mêmes, ce qui lui est bien facile. Je ne demande pas qu'il refasse après moi des centaines de kilomètres sur la feuille de Beaugency pour relever le contour des formations, ni des milliers de kilomètres comme je l'ai fait pour relier pied à pied les îlots de sables granitiques de la Sologne depuis les environs d'Orléans jusqu'à la Manche et dont une partie sont figurés sur la feuille de Paris au 320.000e. Qu'il visite seulement les localités classiques des environs d'Orléans, où les types ont été pris et qu'il s'assure des superpositions; il verra que les sables forment bien le dernier terme de la série, il verra qu'à Montabuzard les travaux du chemin de fer ont donné des renseignements qui n'existaient pas autrefois.

J'ai dit que les sables du puits de Crouy « semblaient bien » appartenir à ceux de la Sologne parce que j'en ai eu des échantillons entre les mains; j'ai ajouté que cette coupe n'était pas probante parce que les alternances de sable et d'argile sont multiples en Sologne et qu'une de ces couches argileuses pouvait accidentellement renfermer quelque proportion de chaux sans représenter pour cela les marnes de l'Orléanais; je n'ai d'ailleurs pas vu d'échantillon de cette marne. Je ne vois pas en quoi le « Cycle sédimentaire » de MM. Rutot et Van den Broeck, qui est marin et fondé sur des oscillations de rivages, peut toucher la question de l'Orléanais, car nous sommes en présence de dépôts exclusivement lacustres et fluviatiles.

En théorie, je suis prêt à accepter toutes les intercalations, toutes les alternances sédimentaires qu'on voudra imaginer, mais, dans la pratique, avant de mêler à la fois le calcaire de Beauce, les marnes de l'Orléanais, les sables de la Sologne et ceux de l'Orléanais en une masse confuse et enchevêtrée, en un vaste delta lacustre, je demande une démonstration, je demande des preuves par coupes nombreuses et indiscutables, car j'ai parcouru une grande partie de ce pays sans avoir rien vu de semblable.

M. **Munier-Chalmas** présente les observations suivantes :

Les différentes assises laguno-saumâtres et laguno-lacustres qui recouvrent les sables stampiens peuvent, comme on le sait, se diviser en trois groupes; mais, entre les deux premiers groupes, il existe des assises qui n'ont pas encore été délimitées paléontologiquement.

1er Groupe. — Calcaire de Beauce, meulières de Montmorency et sables d'estuaire de la Ferté-Alais avec *Acerotherium*, *Amphitragulus*, etc. Ces assises, qui sont surtout caractérisées par *Potamides Lamarcki*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Limnea cylindrica*, *Cyclostoma antiquum*, *Helix Sandbergeri*, *H. disparilis*, *H. multicostata*, *H. Munieri*, *H. Stampinensis*, se trouvent intimement liées stratigraphiquement et paléontologiquement au Stampien supérieur, dont elles représentent la phase terminale. Leur attribution à l'Aquitanien ne saurait être maintenue.

2e Groupe. — Les calcaires à *Helix* de l'Orléanais, représentant probablement l'Aquitanien, sont caractérisés par des Helix qui indiquent une profonde modification de la faune des Mollusques terrestres : *Helix Moroguesi*, *H. Brongniarti*, *H. Barrandi*, *H. Aurelianensis*, *H. Noueli*, *H. Tristani*, *H. Defrancei*, etc.

3e Groupe. — Enfin les *calcaires de Montabuzard* qui présentent des *Mammifères miocènes*, comme l'a fait justement remarquer M. A. Gaudry, sont superposés aux calcaires de l'Orléanais.

Pour compléter le travail intéressant de M. Dollfus, il faudrait : 1° faire un sondage dans l'ancienne carrière de Montabuzard pour atteindre le calcaire de l'Orléanais ; 2° indiquer quelle est la position des couches à *Vertébrés miocènes*, par rapport aux assises qui renferment les *Mollusques terrestres oligocènes* cités par Deshayes dans le calcaire de Montabuzard : *H. Noueli*, *H. Tristani*, *H. Defrancei*, *H. Ramondi*.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LA BORDURE TERTIAIRE DU JURA A L'OUEST DU BUGEY

par M. **BOISTEL.**

La bande de formations bressanes qui, détachée par l'érosion de l'Ain, forme une ligne de terrasses au pied des montagnes jurassiques du Bugey, présente encore bien des points inexplorés ou trop sommairement décrits. Leur étude m'a fourni des documents intéressants, nouveaux dans une certaine mesure et de nature à jeter quelque jour sur les questions relatives à la constitution géologique de la Bresse elle-même. Je leur consacrerai quelques courtes notices en commençant par les dépôts les plus anciens.

I

Vallon de l'Ecotay

(Pour comparaison, bois de Charmontay, Varambon et le mont Margueron, bois de Fromente).

Ce vallon est situé au nord du village de Jujurieu, au-delà des hameaux de la Tuillière et de Cuquen. Il doit son nom comme son origine au ruisseau qui, descendant vers Brègue, du massif jurassique, a tracé, au milieu des terrains tertiaires, un sillon de 80 à 100^{m} de profondeur sur deux kilomètres de long.

Les deux versants de la vallée sont taillés dans des sables mollassiques, micacés, argilo-calcaires, jaunes à l'extérieur dans les parties exposées aux agents atmosphériques, bleus dans l'épaisseur de la roche. Ces sables, fort consistants par eux-mêmes, sont soutenus à plusieurs niveaux par des lits de galets marno-calcaires ou quartzeux et, surtout vers le haut, par des bancs peu épais cimentés en grès assez solides.

Ces sables ressemblent beaucoup à ceux qui ont été signalés depuis longtemps et visités deux fois par la Société géologique (en 1859 et 1894) à Varambon, sur la rive droite de l'Ain, à 6 kilomètres presque en face de la sortie du vallon de l'Ecotay. Les deux stations ne sont séparées que par la large plaine alluviale de l'Ain. Elles sont très généralement considérées comme devant appartenir à la

même formation géologique en compagnie de quelques lambeaux de sables analogues, signalés à Priay, St-Jean-le-Vieux et Douvres (1). Jusqu'ici aucun fossile n'avait été trouvé dans ces dépôts (2), et, par comparaison avec certaines assises du Bas-Dauphiné, MM. Delafond et Depéret, dans leur grand ouvrage sur « La Bresse », les classaient à la fois dans les formations d'eau douce (mollasse d'eau douce) et dans le Miocène supérieur ou Pontien.

Cependant, l'existence de coquilles « appartenant au plus vieux Tertiaire de la région », au nord de Jujurieu, m'avait été signalée oralement, il y a quelques années, par M. Tardy, qui a si minutieusement exploré tant de localités bressanes. Dans une de ses publications relatives à la région (3), il avait, en effet, indiqué en cet endroit des *grès grossiers avec coquilles d'eau douce,* « tout au fond d'un ravin, sur le bord d'un chemin neuf, près d'un pont qui traverse le ruisseau coulant dans le vallon situé au nord du village de Jujurieu et du hameau de Cuquen ». Mais aucun nom de fossile n'est joint à cette indication.

La localité fossilifère sera plus exactement définie en la plaçant juste au nord et sous le hameau de la Tuillière; sur la carte géologique au 80.000e une carrière de grès, aujourd'hui abandonnée, est indiquée en ce point. Le ruisseau de l'Ecotay entame le coteau de sa rive gauche sur une longueur de 60 à 80m et son érosion, quoique peu active, suffit pour maintenir à nu les sables mollassiques sur une hauteur de 10 à 12m et une longueur de 40 à 50m. L'endroit s'appelle *La Maulia* dans le pays ; mais ce nom paraît appliqué à une portion assez étendue du vallon.

Dès les premières recherches que je fis en 1896 dans la localité, je rencontrai en grande abondance l'*Helix Delphinensis* Font. Cette coquille est peu caractéristique d'un horizon déterminé, car elle offre une grande extension verticale, depuis le Tortonien jusqu'au Plaisancien inférieur (4). Mais, avec elle, je recueillis plusieurs exemplaires de l'*Auricula Lorteti* Font. qui, appartenant exclusivement au Tortonien des environs d'Aoste (Isère) (5), nous transportait

(1) Delafond et Depéret. *Gîtes minéraux de la France.* Les terrains tertiaires de la Bresse, p. 33.

(2) Sauf un exemplaire de *Nassa Michaudi* à Douvres, recueilli en un point qui n'est pas nettement précisé ; v. *ibid.*

(3) *B. S. G. F.*, 2e série, t. XI, p. 560.

(4) Les exemplaires récoltés à La Maulia sont un peu plus globuleux que ceux des niveaux plus récents ; ils se rapprocheraient ainsi de l'*Helix turonica* Desh. Mais leur conservation n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse affirmer une identité.

(5) Je pense que c'est par inadvertance qu'il est mentionné par M. Douxami dans une énumération des fossiles de la zone à *Nassa Michaudi* (Etude sur les terrains

tout de suite dans un niveau bien différent de celui que les conjectures admises jusqu'alors pouvaient faire présumer. Il ne s'agissait plus de couches d'eau douce, mais au moins de dépôts saumâtres. Et l'horizon n'était plus supérieur à la zone à *Nassa Michaudi*, mais placé au-dessous de toutes les couches du Pontien, même tout à fait inférieur.

A la suite de nouvelles recherches faites en 1896 et 1897 avec le concours empressé du docteur Boccard, de Jujurieu, le caractère marin de la faune de La Maulia s'accentua de plus en plus. Les huîtres y sont abondantes sur certains points, la plupart très roulées, mais quelques-unes d'une bonne conservation : *Ostrea gingensis* Schloth., *Ostrea crassissima* Lam., var. *minor* Font. Nous y avons recueilli d'assez nombreuses valves de balanes, *Tetraclita Dumortieri* Fisch., une assez grande quantité de dents de Squales, dont quelques-unes d'une conservation parfaite : *Odontaspis cuspidata* Agass.; des aiguillons de raies, *Myliobatis* sp. et d'autres restes de poissons dont je dois la détermination à l'obligeance de M. Priem. On y rencontre également en assez grande abondance l'*Ancilla glandiformis* Lam., var. *elongata* Loc., à spire moins empâtée et moins obtuse, un peu plus conoïde-allongée que dans le type. En même temps, des morceaux de carapace de *Crocodile* indiquaient le voisinage très prochain du rivage jurassien (1 kil. environ), et sans doute de l'embouchure d'un grand fleuve dont il sera question plus loin. La présence des Helix, d'une grande Clausilie, celle d'un petit Rongeur s'expliquent par la même cause.

Notre confrère de Lyon, M. Mermier, à qui la géologie du bassin du Rhône doit déjà plusieurs découvertes très intéressantes, visita le même gisement en 1897, et enrichit encore la liste des espèces appartenant à cette faune. Outre une *Limnée* et une belle dent de *Crocodile*, il y trouva, suivant la liste qu'il a bien voulu m'envoyer, plusieurs espèces marines non encore signalées : deux *Nassa*, dont le *N. Falsani* Tourn., un *Trochus* et un *Murex* peu déterminables comme espèces, un *Solen* (*marginatus* Pult. ?), une *Corbula* et des débris de bivalves costulés qu'on peut rapporter à une *Arca* (*turonica* Duj. ?). Dès son premier coup de pioche, m'écrit-il, il fut frappé de la ressemblance de cette faune avec celle des environs

tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale, p. 125). Cet auteur a, ce semble, reproduit en les résumant des listes remontant à une époque où le Pontien et le Tortonien n'étaient pas nettement distingués dans la vallée du Rhône et il a omis le correctif résultant de la mention de la localité unique où il était signalé, « Corbelin, près Aoste ». M. Douxami l'a depuis trouvé dans d'autres localités de la même région et du même niveau tortonien (V. *op. cit.*, p. 287, 288).

d'Aoste (Isère), et il ne lui reste aucun doute sur la contemporanéité des deux dépôts. Son témoignage est d'autant plus précieux qu'il est un des rares chercheurs qui aient exploré à fond les gîtes d'Aoste, de Chimilin, de Corbelin, de Bas-Leyssin, etc. Il y a recueilli un grand nombre d'espèces nouvelles, et ses récoltes ont fourni une bonne partie des matériaux inédits que M. Douxami a utilisés dans son étude sur le Tortonien du nord de l'Isère (*op. cit.*, p. 258 et suiv.). Le savant doyen de la Faculté de Lyon, à qui tous les échantillons de La Maulia ont été soumis, conclut, sans hésitation, en faveur de leur attribution à cette même époque.

L'assimilation des deux faunes ne laissera pas de doutes, si l'on compare la liste des espèces du vallon de l'Ecotay avec le catalogue raisonné publié par M. Douxami (*loc. cit.*). Les espèces communes aux deux groupes de localités sont marquées d'un astérisque dans la liste suivante :

MAMMIFÈRES :	*Ruminants* (2 phalanges).
	Lagomys Meyeri Tschudi (une molaire supérieure et une portion de tibia).
REPTILES :	*Crocodilus* sp. (une dent, écailles, deux côtes).
POISSONS :	* *Odontaspis cuspidata* (aff. *O. vorax* de Belgique), c.
	Chrysophrys capitodus Münster (une défense et des molaires antérieures).
	* *Myliobatis* sp. (aiguillons).
	Ichtyodorulites. — *Balistes* ?
CRUSTACÉS :	* *Tetraclita Dumortieri* Fisch.
GASTÉROPODES :	* *Helix delphinensis* Font.
	* — *Escoffieræ* Font.
	* — *prædepressula* Font. ?
	Clausilia sp.
	Limnæa (jeune, du type *Heriacensis* Font.).
	* *Neritina* sp. (fragment).
	* *Auricula Lorteti* Font., a. c.
	* *Ancilla glandiformis* Lam., var. *elongata* Loc., a.c.
	* *Nassa Falsani* Tourn.
	Nassa sp. (* *acrostyla* Fisch. et Tourn. ?)
	Trochus sp.
	Murex sp. (* *Dertonensis* Mayer ?)
LAMELLIBRANCHES :	* *Pisidium delphinense* Douxami ?
	* *Ostrea Gingensis* Schloth., a. c.
	* *Ostrea crassissima* Lam., var. *minor* Font. (trois valves inférieures accolées, dont la plus longue mesure 12 cent.).

Solen sp. (* *marginatus* Pulten. ?)
Corbula sp.
* *Arca turonica* Duj.?

Cette liste donne encore lieu aux observations suivantes. Le *Lagomys Meyeri* Tschudi, reconnu avec certitude par M. Depéret, appartient à la remarquable faune de Mammifères de La Grive St-Alban, si bien décrite par ce savant paléontologiste (1). Sa présence confirme encore l'âge tortonien du dépôt de La Maulia, puisque c'est celui qui est assigné au gisement sidérolithique précité. La *Clausilia* sp., qui n'est représentée dans nos récoltes que par trois fragments appartenant aux derniers tours de la coquille, semble différer du *Cl. Terveri* Mich. par la finesse des stries d'accroissement qui donne à la coquille un aspect presque lisse à l'œil nu, tandis que, dans le *Cl. Terveri*, les derniers tours portent à l'arrière, près de la suture, un sillon peu profond, légèrement ondulé par des plis froncés qui le recoupent et s'étendent à une petite distance au-delà. D'autre part, il semble s'éloigner des *Cl. maxima* Grateloup et *grandis* Klein (ce dernier cité près d'Aoste) par sa forme beaucoup plus ventrue.

Si l'âge tortonien des sables mollassiques de Jujurieu est ainsi établi, il faudra nécessairement reporter à la même époque ceux de Varambon, que leur composition et leur situation géographique ont fait attribuer par tous les auteurs au même horizon géologique que celui auquel ils rapportaient ceux de Jujurieu (2). Il y aura lieu dès lors de les considérer non plus comme supérieurs aux marnes pontiques qui les avoisinent, mais comme ayant une date plus ancienne, et il devient par suite nécessaire de poser à nouveau la question agitée lors de la réunion extraordinaire de la Société en 1859 (3), sur la manière de concevoir la coupe des coteaux de l'Ain à Varambon et aux environs de ce village. Les sables mollas-

(1) La Faune des Mammifères miocènes de La Grive St-Alban, Isère (*Arch. du Mus. de Lyon*, t. 5, 1892). — Ce même Rongeur est également signalé dans le sidérolithique des fentes du Mont Celndre, dans le massif du Mont d'Or lyonnais. V. Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 26.

(2) Il conviendra aussi d'attribuer le même âge aux grès mollassiques (un peu plus grossiers par places) signalés depuis longtemps au pont de Priay (rive droite de l'Ain) et sur un kilomètre environ en amont de ce pont, où ils forment à la rivière une rive escarpée. (V. Delafond et Depéret, *op. cit.*, p. 38).

A un kilomètre en aval de Varambon, vers l'embranchement de la route de Chalamont, dans les talus de la route de Priay, il existe des grès grossiers composés d'éléments entièrement calcaires, bien cachés aujourd'hui par la végétation. Il semble qu'ils doivent être rapportés encore à la même époque.

(3) *B. S. G. F.*, 2e série, t. XVI, p. 1120.

siques se montrent, derrière le village et sous tout le parc du château, jusqu'au sommet du coteau ou à peu près; et, à quelques hectomètres, soit au sud, soit au nord, les marnes bleues, qui appartiennent certainement au Pontien, occupent également toute la hauteur du coteau jusque près du plateau, recouvert par les cailloutis du Pliocène supérieur et du glaciaire.

Comment expliquer cette intercalation ? Les membres de la Société qui soutenaient la superposition des sables aux marnes, étaient certainement dans l'erreur puisqu'il vient d'être démontré que les sables sont d'âge plus ancien. MM. Delafond et Depéret (1) admettent que les marnes pontiques et les sables qu'elles recouvrent sont relevés ensemble sur les flancs d'un pointement portlandien visible à l'ouest au mont Margueron. Voici la coupe qu'ils proposent, ramenée seulement aux inclinaisons réelles des couches.

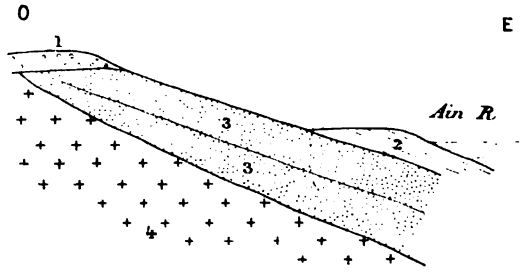


Fig. 1. — Coupe du coteau de Varambon d'après MM. Delafond et Depéret.
1, Cailloutis pliocène ; *2*, Marnes à lignite miocènes ; *3*, Sables mollassiques ; *4*, Portlandien

Cette explication suppose la concordance de stratification entre les sables et les marnes. Or, une observation attentive des couches m'a paru établir une discordance bien nette entre ces deux formations. Un ravin court, mais profond, découpe le massif sableux ; il est tout entier enfermé dans le parc du château de Varambon, mais on peut facilement en obtenir l'accès. Dans ce ravin, il est manifeste que les couches de sables sont très sensiblement horizontales et nullement relevées vers l'ouest, comme le voudrait l'explication proposée. Quelques bancs cimentés en grès plus ou moins solides rendent cette constatation encore plus facile. Au contraire, il est exact que les couches marneuses épousent à très peu près la pente même du coteau, du moins sur tout le flanc de la vallée de

(1) *Loc. cit.*, p. 38 et 39, et fig. 12.

l'Ain qui est situé au sud de Varambon, en se dirigeant vers Priay. La vérification de ce fait n'est pas aisée, ainsi que le constatent MM. Delafond et Depéret (même page 38), quelques lignes avant d'aborder l'étude du gîte de Varambon. Les marnes sont presque partout recouvertes de végétation ; elles ont glissé en maints endroits et l'on peut se demander, comme le disent les auteurs cités, si l'inclinaison apparente est due aux glissements, ou si les glissements (qui ont même affecté plusieurs fois la route départementale) sont un effet de l'inclinaison naturelle des couches. La question me paraît devoir être résolue dans ce dernier sens, à la suite d'une inspection minutieuse faite sur toute la longueur d'un ravin étroit et abrupt, creusé dans ces marnes. Ce ravin, qui descend du hameau des Carronnières (où il est recoupé par la route de Varambon à Chalamont) jusqu'à la route de Varambon à Priay, s'appelle le *bief de Croze;* il est situé exactement sur la limite des communes de Varambon et de Priay, d'après la carte géologique au 80.000e (feuille de Nantua), au-dessus des mots *chez les Guers* et au-dessous de m^3. Sur les parois, presque partout verticales et à peu près de la même hauteur, on peut suivre facilement l'allure des couches. Elles m'ont paru avoir exactement la même inclinaison que la surface du coteau et le fond même du ravin, de sorte que le ruisseau coulerait comme sur un plancher formé d'un bout à l'autre par la même couche. Il y a très peu de fossiles à y observer : quelques débris d'*Helix Nayliesi*, et ceux-ci ne peuvent indiquer sûrement des lignes primitivement horizontales.

M. l'abbé Marchand, curé de Varambon, qui a observé avec beaucoup de sagacité les points de la région intéressants au point de vue géologique et qui a bien voulu m'accompagner dans cette excursion, n'hésite pas à admettre que, sur tout le flanc de la vallée, les marnes suivent, à très peu près, l'inclinaison du coteau, soit 8° à 10°, tandis que les sables mollassiques sont horizontaux (1).

Il reste encore à expliquer la cause ou le mécanisme de cette disposition des couches. Si l'on veut que, suivant la règle habi-

(1) On peut citer, à l'appui de cette manière de voir, ce fait qu'à 3 kilomètres au S. de Varambon, sur la commune de Priay, au-dessous de la propriété Perrotte, on rencontre dans le lit de l'Ain une couche sableuse pontienne à *Unios*, qui se retrouve toute pareille 50 à 60 m. plus haut sur les berges de la route nationale. Sans doute des glissements sont possibles et on peut en constater beaucoup sur ce coteau, mais il est peu probable qu'il y en ait eu un aussi considérable, laissant intacte une couche aussi meuble et aussi friable et respectant l'intégrité des coquilles, car la couche à *Unios* paraît, dans le lit de l'Ain, avoir une continuité parfaite sur plus d'une centaine de mètres.

tuelle, les marnes se soient déposées horizontalement, il faudra supposer qu'au moment de leur dépôt la mollasse était elle-même redressée de 8 à 10° vers l'est et qu'ensuite un mouvement inverse a redressé les marnes de la même quantité vers l'ouest et replacé la mollasse exactement dans la première position horizontale. Cela est possible à la rigueur, mais cependant assez peu probable; deux mouvements d'égale amplitude en sens inverse supposent une égalité dans les forces qui ont agi à un long intervalle et sous l'influence de causes diverses: cette égalité ne se rencontre guère dans la nature. Il paraît plus simple d'imaginer que les marnes se sont déposées sur un rivage incliné ayant déjà la même pente que le coteau a conservée; leur inclinaison actuelle serait

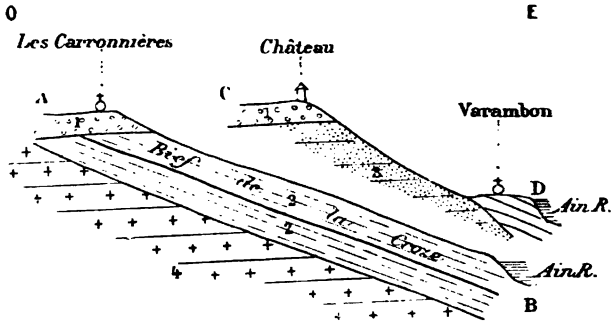


Fig. 2. — Coupe suivant le bief de la Croze.

1.1, Cailloutis pliocène ; 2 2, Marnes à lignites, miocènes ; 3, Sables mollassiques ; 4, Sables mollassiques ou Portlandien.

alors leur position primitive. Cette inclinaison de 8 à 10 degrés ne paraît pas trop forte pour que ce dépôt dans un lac tranquille ait été possible. Cette rive du lac pontique pouvait être formée en général par les sables mollassiques en bancs horizontaux aussi bien que par des terrains plus anciens, portlandiens probablement ; seulement, sous le château de Varambon, c'étaient les sables mollassiques qui, sûrement, constituaient ce rivage et les érosions les ont dépouillés de leur manteau de marnes. On aurait ainsi la coupe schématique ci-dessus, où la ligne AB est prise à un kilomètre environ en avant de la ligne CD (1).

(1) Il faut noter que les argiles à lignite affleurent sous Varambon (un peu en amont), dans la berge même de l'Ain, en avant des sables mollassiques ; M. le curé m'a indiqué qu'un puits creusé dans le village avait atteint les marnes sans tra-

Les amateurs de géologie expérimentale pourraient voir une réalisation en petit du phénomène, en observant dans les promenades publiques, notamment au jardin du Luxembourg, à Paris, les bassins entretenus au pied des arbres. Après une forte pluie, on peut remarquer au débouché du ruisselet qui a alimenté l'un de ces bassins, un cône de déjection sableux. Mais ce cône, comme le reste de la surface du bassin, est revêtu d'un enduit d'argile noire, résultant du dépôt, en eau tranquille, après la pluie, des parties ténues restées en suspens dans l'eau boueuse. Si l'on opère deux sections, à une petite distance l'une de l'autre, dans le cône de déjection et à côté, on obtient un profil analogue à celui de la fig. 2. Seulement, la disposition qui peut ainsi s'établir en moins d'une heure, a pu, sur les bords de l'Ain, demander plusieurs siècles.

Le classement des sables de Jujurieu et de Varambon dans la mollasse marine supprimera toute hésitation sur l'attribution au même étage des sables de Coligny, que MM. Delafond et Depéret y rangeaient déjà, mais avec un point de doute (1). Du reste, les dents de Squales continuent à y être trouvées en abondance, non pas par les recherches superficielles que l'on peut faire rapidement sur le terrain, mais par le travail du binage des vignes. Les vignerons en amènent au jour chaque année de nombreux exemplaires ; et, par les soins de notre confrère, M. l'abbé Béroud, qui en a eu entre les mains plus de 500 échantillons, la collection de la Faculté des Sciences de Lyon et plusieurs autres en possèdent maintenant d'abondants spécimens.

On éprouvera encore moins de difficulté à expliquer qu'on ait trouvé des dents de Squales au pont du Suran, près Pont d'Ain, suivant le témoignage de M. Falsan (2).

Le vallon de l'Ecotay peut nous fournir encore d'autres renseignements précieux, et nous expliquer l'origine des cailloutis de

verser les sables ; il n'avait rencontré au-dessus des marnes que des cailloux roulés.

La solution indiquée ci-dessus se rapproche de celle proposée par M. Driant dans la discussion de 1859 (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XVI, p. 1120). Suivant lui, les sables mollassiques et les argiles à lignite sont en discordance, au moins par ravinement ; les argiles en couches légèrement anticlinales buttent au nord et au sud du promontoire des sables mollassiques, dans une coupe parallèle au cours de l'Ain. Mais il ne mentionne pas une autre inclinaison générale des couches, montant de l'est à l'ouest, depuis le lit de la rivière jusqu'au sommet des coteaux qui prolongent, soit au nord, soit au sud, celui de Varambon.

(1) *Loc. cit.*, p. 27-28.

(2) Tufs de Meximieux (*Arch. du Muséum de Lyon*, t. I, p. 149) ; Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 27.

quartzites qui couronnent le bois de Charmontay dans sa partie occidentale et peut-être de plusieurs autres cailloutis analogues, que MM. Delafond et Depéret (1) font venir de la vallée du Suran, à la suite du démantèlement de moraines pliocènes.

Dès le début de cette note, j'ai constaté que les sables mollassiques dans lesquels est creusé le vallon de l'Ecotay contiennent de nombreux galets. Dans la localité fossilifère de La Maulia, ils sont très abondants. Sans doute, la plupart sont formés de grès argilo-calcaires tout-à-fait pareils à ceux qui constituent la masse générale du terrain ; ils proviennent évidemment de couches semblables plus anciennement formées, et n'ont pas dû être transportés de bien loin. Mais, avec eux, on en trouve un grand nombre exclusivement quartzeux ; il y en a de toutes les tailles jusqu'à la grosseur des deux poings. Ils sont fortement roulés, sans être toutefois parfaitement arrondis. Quant à leur couleur, elle est souvent empruntée à la roche encaissante, d'un gris verdâtre ou jaunâtre, avec aussi de larges taches de rouille là où les sables ou le lignite qu'ils contiennent présentaient des amas ferrugineux.

Ces galets ne sont pas limités à cette station. Il en existe, par bancs plus ou moins épais, dans toute la hauteur de la formation mollassique. Ainsi, en suivant un chemin nouvellement tracé qui monte en écharpe dans le bois de Charmontay, sur le flanc droit du vallon de l'Ecotay, un peu au-dessus de son débouché dans la plaine de l'Ain, on traverse en plusieurs points de pareils bancs de galets, très sensiblement horizontaux. D'abord, dès le commencement de la montée, on trouve des galets de ce genre disséminés dans le sable argileux qui forme la berge gauche du chemin, et cela sur une épaisseur de six à huit mètres. Ce sont surtout des quartzites roulés, de toute grosseur, depuis celle d'une noisette jusqu'à celle des deux poings ; il y a quelques jaspes rouges ou noirs de petite dimension ; quelques galets sont empruntés au terrain lui même. En continuant le même chemin, on traverse jusqu'à cinq zones de galets semblables, plus ou moins épaisses, pouvant n'avoir que 50 centimètres de hauteur. Les intervalles de ces zones ne sont pas entièrement dépourvus de galets, mais ceux-ci y sont très disséminés. Enfin, en arrivant près du plateau qui termine le coteau, à l'endroit d'un coude brusque du chemin, on observe une dernière zone, ayant au moins dix mètres d'épaisseur, où les cailloux se touchent presque tous. A tous ces niveaux, on peut constater (j'ai

(1) *Loc. cit.*, p. 203, 224 et suiv.

fait la vérification avec le plus grand soin) que les galets sont bien empâtés dans le sable en place et non remaniés, qu'ils n'ont pas glissé sur la pente du coteau avec le terrain superficiel entraîné par les eaux. Celui-ci en contient sans doute, mais il est très facile de les distinguer des autres. Tous les galets sont donc sûrement d'âge tortonien, comme toute la mollasse du coteau.

Si donc sur le plateau très ondulé qui couronne le bois on trouve une grande abondance de ces galets, mêlés à du sable argileux un peu condensé et en même temps jauni ou rougi par l'effet dissolvant des eaux atmosphériques, il ne paraît pas nécessaire de les faire venir de loin, de leur organiser de toutes pièces un charriage plus récent. Il est au contraire tout naturel de leur attribuer le même âge que le terrain qui les supporte et que les autres galets contenus dans ce terrain, notamment, comme on l'a vu, en une couche très épaisse, tout près de la superficie, dans la partie la plus élevée du plateau.

D'autres observations viennent corroborer cette solution. D'après l'explication que je combats, les cailloux devraient s'étendre en nappes bien distinctes sur les sables miocènes, les « raviner » et « buter » contre leurs tranches érodées (1). Au contraire, on les voit suivre partout les ondulations de la surface assez accidentée du plateau, plus accumulés seulement vers les pentes où les eaux ont enlevé le sable interstitiel. On les voit, dans les berges un peu élevées des chemins, immergés complètement dans ces sables argileux.

Ils devraient, pour répondre à l'hypothèse du charriage lointain, avoir extérieurement la couleur lie-de-vin caractéristique des quartzites pliocènes des plateaux du Bas-Dauphiné. Or, si l'on a soin de ne pas les observer au milieu des chemins où les roues des chars et les clous des souliers leur donnent une livrée artificielle, on les trouve partout teintés de couleurs gris-bleuâtre, ou même noires, ou quelquefois ferrugineuses, empruntées aux sables miocènes (v. *suprà*), très souvent aussi ayant conservé leur aspect blanc primitif, plus ou moins taché par les teintes ocreuses du sol où ils se trouvent actuellement. Ils donnent ainsi de nombreux exemples de ce que j'appellerai, pour me servir d'une expression à la mode, le *mimétisme* des cailloux de quartzite, légèrement décomposés à la surface et absorbant par la zone devenue poreuse les couleurs des couches encaissantes.

(1) V. Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 203.

Ils devraient aussi, s'ils étaient apportés par un cours d'eau de la vallée du Suran, être mélangés aux roches de cette vallée, en avoir gardé les éléments insolubles, notamment les chailles du Néocomien très développé dans cette région. Ce mélange pourtant ne s'observe pas ; il y a au contraire une séparation très nette de ces deux sortes d'éléments quoiqu'on les rencontre tous deux sur ce même plateau. Sur toute la pente occidentale jusqu'à 7 à 800m environ, vers l'est, du versant raide qui domine le hameau de « La Route », on ne trouve que des quartzites roulés. Au contraire, après cette distance, sur le sentier qui suit la crête même du bois, le faciès change tout à coup, et le sol paraît sablé uniquement de débris anguleux de silex néocomiens, révélant avec certitude la décomposition sur place de ce terrain qui pointe d'ailleurs, bien caractérisé dans la partie plus orientale du bois de Charmontay, et dont la carte géologique au 80.000e indique de larges affleurements, absolument découverts un peu plus au nord. Sur un point seulement de la partie occidentale, j'ai observé de nombreux petits fragments de chailles néocomiennes mélangés aux sables argileux et aux quartzites miocènes ; elles paraissent apportées par un ruisselet superficiel venu de la partie supérieure du bois.

Etant donné, en vertu de la démonstration ci-dessus, que le cailloutis du bois de Charmontay est d'âge tortonien, il semble qu'on devra admettre facilement la même origine pour celui du Mont Margueron, situé à la même hauteur, environ 380m, et occupant par rapport au Tortonien de Varambon à peu près la même position que celui de Charmontay par rapport à la mollasse de l'Ecotay.

Je serais porté à assigner la même origine aux galets quartzeux du bois de Fromente, à l'entrée de la vallée du Suran, attribués également par MM. Delafond et Depéret au Pliocène supérieur. Ce dépôt est caractérisé par la prédominance absolue de l'élément siliceux, à l'exclusion complète du calcaire, et avec une faible place laissée à une gangue argilo-sableuse. Nulle part on ne trouve un seul caillou appartenant aux roches granitoïdes. Un épuisement aussi complet, aussi absolu, est certainement l'indice d'une très grande antiquité du dépôt. Les quartzites sont aussi très profondément altérés ; la teinte brune ou lie-de-vin, qui nous a paru absente au bois de Charmontay, est ici très généralement répandue, et elle pénètre souvent jusqu'à un centimètre de la surface ou des fissures des galets. Cette altération paraît plus considérable que celle qui affecte les cailloutis pliocènes. Enfin l'absence de cette argile brune

épaisse et compacte que laissent dans toute la zone épuisée les silicates et les calcaires qui ont disparu, semble écarter l'idée d'un dépôt où ces différents éléments auraient été mélangés et dont on ne trouve d'ailleurs aucune trace dans les parties un peu plus profondes du sol. Aux quartzites, même dans les régions où ils sont le plus abondants, se trouvent mêlées en quantité variable, des chailles siliceuses provenant surtout du Néocomien. Mais leur présence s'explique par les pointements fréquents de ces roches secondaires dans le bois lui même ; car c'est surtout dans le voisinage de ces pointements que ces chailles se font remarquer par leur abondance ou par leur volume.

Enfin, il sera possible de rapporter au même âge tortonien les petits cailloux de quartzites signalés depuis longtemps dans les fentes des calcaires jurassiques du Mont d'Or lyonnais (1). On tendait à les attribuer au Miocène supérieur, mais surtout, par la raison qu'on ne connaissait aucun dépôt caillouteux plus ancien capable de les avoir fournis (2). Or, maintenant que la présence de galets tortoniens est connue beaucoup plus au nord, sur le bord oriental de la cuvette bressane, il est permis de conjecturer que ce sont des galets de la même époque qui ont été déposés aux portes de Lyon, près des sommets du Mont d'Or. On l'admettra peut être d'autant plus facilement que dans les fentes du même massif est signalée une faune de vertébrés tortoniens, et tout spécialement le *Lagomys Meyeri* Tschudi (3), recueilli aussi au vallon de l'Ecotay. Enfin, l'altitude élevée où l'on a trouvé ces cailloux, au Mont d'Or (près de 600 m.), s'accorde mieux avec l'origine marine du dépôt. Constatés à 380 m. au bois de Charmontay, il a pu suffire d'un raz de marée un peu fort pour leur faire franchir les 200 m. de différence, tandis qu'un mouvement aussi violent des eaux ne se conçoit guère au sein du lac miocène supérieur.

Après avoir rayonné ainsi à une certaine distance pour tirer parti des enseignements que fournit le vallon de l'Ecotay, il est nécessaire d'y revenir une dernière fois pour y trouver encore un document intéressant sur le régime des eaux pendant l'époque du Miocène moyen. Dans la plus grande partie de ce vallon, nous avons constaté la présence de galets quartzeux venus nécessairement des Alpes, mais par une voie indirecte, maritime en dernier lieu. Mais

(1) Falsan et Locard. Monographie du Mont d'Or lyonnais, p. 396.
(2) De afond et Depéret. *Loc. cit.*, p. 37.
(3) *Loc. cit.*, p. 25-26.

en même temps, tout à fait à l'origine du vallon, vers l'est, on rencontre des galets qui présentent un facies absolument opposé : ils sont tous exclusivement calcaires, parfaitement roulés, ne présentant plus aucun angle ni aucune trace de la forme primitive du fragment qui les avait fournis. Ils sont nécessairement venus du Jura calcaire et par conséquent du Nord. Vu l'importance considérable de ce dépôt, on ne peut l'attribuer à un cours d'eau ayant une vallée de réception moins considérable que la vallée actuelle de l'Ain. Nous serions donc en présence d'un delta ou cône de déjection de l'Ain tortonien (1), arrivant par une cluse située entre le bourg de Poncin et le hameau de Brègne. Cette cluse, remplie depuis par des formations d'eau douce, servait de débouché à la rivière, avant qu'elle ne se déversât entre Poncin et Neuville par une cluse nouvelle dont l'ouverture me paraît dater comme toutes les cluses de la région, celle de l'Albarine notamment, de la fin du Miocène (2).

Ces cailloutis calcaires se présentent, ai-je dit, à l'origine du vallon. Ils sont très faciles à observer sur la nouvelle route conduisant de Jujurieu, par le hameau de Cuquen, à Brègne, à l'endroit où cette route contourne un promontoire qui clot ce vallon au pied des montagnes jurassiques. Ils descendent jusqu'au niveau du fond de la vallée principale. En binant, à ce niveau, une vigne appartenant au docteur Boccard, on a partout mis au jour ce cailloutis calcaire.

On ne saurait élever un doute sur l'âge tortonien de ce cône de déjection, car on peut facilement constater dans les talus de droite de la route précitée des alternances fréquentes, avec mélange aux lignes de contact, de ce cailloutis calcaire, souvent cimenté en poudingue, et des sables jaunâtres mollassiques.

II

Sentier de Cruix

Sur le territoire d'une commune contiguë à celle de Varambon, dont il a été question dans la notice précédente, à Druillat, une

(1) La première attribution de cette origine appartient à M. Tardy, qui me l'avait formulée oralement en 1892, et qui y fait allusion dans la note précitée. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XV (1886), p. 93-94.

(2) L'ouverture de la cluse de Poncin-Neuville est antérieure à l'invasion des glaciers quaternaires, car l'on peut constater dans le cirque de Neuville-sur-Ain, à 20 m environ au-dessus du niveau actuel de la rivière, un poudingue à éléments exclusivement calcaires et très roulés, bien pareil à celui de Brègne, mais occupant un niveau inférieur de 100 m. environ à ce dernier. Au contraire, dans cette région, les alluvions postglaciaires de l'Ain, jusqu'à l'âge actuel, contiennent toujours une assez large proportion de galets alpins.

petite localité fossilifère a été découverte par M. l'abbé Marchand, curé de Varambon, et m'a été montrée par lui (1). Elle est très rapprochée du gîte bien connu (2) du *chemin de Druillat*, qui s'embranche à droite sur la route nationale, entre Pont d'Ain et Varambon, un peu après le pont du Suran. Elle est adossée en quelque sorte à ce gisement, à 15 ou 20 m. à peine au sud. Il suffit, pour la trouver, de prendre un sentier assez raide qui part exactement de la bifurcation des deux routes de Varambon et de Druillat, auprès d'une petite source. Après avoir recoupé des marnes semblables à celle du chemin de Druillat, dont la position inférieure paraît ainsi bien constatée, on atteint un banc de 3 m. de sable grossier, calcaire et ferrugineux, bientôt raviné par le cailloutis glaciaire qui s'étend sur 1 kil. au moins dans la direction de Varambon. Ce banc sableux contient, surtout à sa partie supérieure, quelques coquilles très friables. J'y ai trouvé avec M. Marchand :

Helix Delphinensis (très abondant).
Zonites Colonjoni Mich. (un bon exemplaire et quelques fragments).
Bithynia Leberonensis Fisch. et Tourn. (assez abondant).
Neritina (un exemplaire indéterminable comme espèce).

Cette faune présente ce léger intérêt que, sauf pour *Bithynia Leberonensis*, elle est entièrement différente de celle des marnes voisines, dans lesquelles d'ailleurs on n'a trouvé, outre cette Bithynie, que l'*Helix Nayliesi*, le *Planorbis heriacensis* et un *Pisidium*. Les espèces de Cruix appartiennent aussi bien au Pliocène inférieur qu'au Miocène supérieur. Mais, à raison de la place de cette station dans la bande miocène qui s'étend de Priay à Soblay, il ne faut pas hésiter à l'attribuer à la même époque. On connaît d'ailleurs des sables à ce niveau, notamment à deux kilomètres au nord de Priay, au-dessus et au-dessous de la maison Perrotte, jusque dans le lit de l'Ain ; mais là, ces sables ne contiennent guère que des *Unios* ; ils y sont d'ailleurs plus fins, plus siliceux, en un mot, d'aspect plus mollassique qu'au sentier de Cruix.

(1) M. l'abbé Marchand a depuis, à mon instigation, signalé ce gisement dans le *Bulletin de la Société des Sciences naturelles et d'Archéologie de l'Ain*, année 1897, p. 14. Quoiqu'une coquille (tout-à-fait étrangère au gisement) ait fait imprimer au commencement d'un paragraphe « Planorbes » au lieu d' « Hélices », et quoiqu'elle ne signale comme fossiles que l'*Helix delphinensis*, cette note expose très bien le faciès de la localité et l'intérêt géologique de la découverte de M. Marchand.

(2) V. Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 39 ; et *B. S. G. F*, 3e série, t. XXII, p. 621.

III

Vallon de Jurancieu

Ce vallon est situé à cinq kilomètres environ au sud de celui de l'Ecotay, un peu au nord du village d'Ambronay. On le trouvera sur la carte de l'Etat-major entre le mamelon qui porte les notations de *Grange Laporte* et m^4 d'une part, et celui qui est coté 335 d'autre part. Il se ramifie en plusieurs branches assez courtes.

On a pratiqué récemment, dans la partie moyenne de ces vallons, des sondages pour y rechercher du lignite, sans grands résultats à ce point de vue. Une des tranchées, longue de dix mètres, à l'air libre, que j'ai trouvée encore ouverte, ne m'a présenté rien d'intéressant qu'une couche irrégulière de lignite accompagnée de marnes bleues ou ferrugineuses. Mais, dans la partie N. E. du vallon, parmi les déblais d'un trou déjà refermé, j'ai rencontré sur un seul fragment de marne cinq des Planorbes que l'on trouve à Mollon rivière, et sur d'autres morceaux beaucoup d'autres fossiles de cette localité, y compris l'*Emmericia pliocenica* Sacco qui y avait été signalée récemment (1). Cette couche se retrouve dans le vallon le plus méridional, à dix mètres environ au-dessus du ruisseau. L'affleurement ici est découvert en tout temps et forme un apic naturel ; mais il est d'un abord difficile et peu aisé à trouver au milieu de bois touffus. Ces marnes qui occupent la partie moyenne des vallons, sans qu'on puisse constater aucune formation différente au-dessus d'elles, ressemblent à celles de Mollon-rivière, non seulement par leurs fossiles, mais encore par leur couleur gris clair ou jaunâtre, sauf dans le voisinage des lignites, par leur nature très sèche et très calcaire qui les empêche de se délayer dans l'eau. Elles sont comme celles de Mollon extrêmement légères lorsqu'elles ont perdu leur humidité naturelle. Cette double ressemblance de contexture et de faune fait immédiatement naître de très fortes présomptions en faveur du classement de ces couches dans le Pliocène inférieur ou Plaisancien.

Une certaine hésitation était néanmoins permise. D'une part, on est habitué depuis longtemps à considérer toutes les terrasses tertiaires qui bordent le Jura dans cette région comme appartenant au Miocène supérieur ou Pontien. Indépendamment du riche gisement de Mammifères signalé récemment à Ambérieu, à six

(1) Depéret. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII (1894), p. 719.

kilomètres au sud d'Ambronay, la présence du *Dinotherium* à Saint-Jean-le-Vieux, à deux kilomètres à peine au nord de Jurancieu, avait été constatée depuis longtemps. D'autre part, on sait que, parmi les Mollusques, il y a un très grand nombre d'espèces communes entre le Pontien et le Plaisancien (1) et, au nombre de celles qui se trouvent à Jurancieu, il est assez difficile d'en signaler qui soient vraiment caractéristiques du Pliocène. Pourtant, on peut noter comme n'ayant jamais été jusqu'ici cités dans le Miocène, même tout à fait supérieur, *Emmericia pliocenica* Sacco, récemment trouvée à Mollon, et dont j'ai recueilli dans le gisement nouveau un exemplaire très bien conservé; le *Valvata vanciana*, peu abondant, mais cependant représenté par un certain nombre d'échantillons, dans les différents affleurements explorés. Notre confrère, M. Mermier, qui a, sur mes indications, recherché seul ces localités fossilifères, est tombé fort probablement sur un point qui m'avait échappé. Il me signale dans une couche marno-sableuse qu'il a fouillée, au milieu des marnes sèches décrites ci-dessus, une faune extrêmement abondante et bien conservée qui lui semble devoir être parallélisée avec celle de Mollon-rivière. On y trouve, avec de très nombreux *Unios* en très bon état, qu'il rapporte à *Unio Ogerieni* Loc., le grand *Planorbis heriacensis*, un *Helix* à spire un peu moins élevée que *Helix Magnini* Loc. de Sermenaz et que M. Depéret rapprocherait plutôt de *H. Tersannensis* Loc. *Valvata vanciana* Loc. y est assez rare (10 exempl.), mais *Nematurella ovata* et *Bithynia Leberonensis* très abondants. Il a encore recueilli un *Neritina* qui lui paraît être *N. Philippei* Loc. appartenant à un niveau assez élevé dans le Plaisancien inférieur, celui du bois des Boulées (Miribel). Enfin il y a encore lieu de remarquer dans ses récoltes une *Succinée*, car ce genre n'avait pas été signalé dans la région.

Voici la liste des fossiles de ces marnes sèches supérieures (2).

Helix Nayliesi Mich. (fragments bien reconnaissables).
Helix Magnini Loc. ou *Tersannensis* Loc. (M).
Succinea sp. (M).
Planorbis Heriacensis Font.
— *Philippei* Loc.
— *umbilicatus* L.
Planorbis Mariæ Mich.
— *Bigueti* Font.
Segmentina fi'ocincta Sandb.
Nematurella ovata Loc.
— *lugdunensis* Loc.
Bithynia Leberonensis Fisch. et Tourn., var. *Delphinensis* Loc.

(1) V. *B. S. G. F.*, t. XXII, p. 724.

(2) La lettre (M) indique les espèces trouvées par M. Mermier seul et déterminées par lui. Elles sont déposées au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon.

Bithynia Leberonensis Fisch. et Tourn., var. *Neyronensis* Loc.
Emmericia pliocenica Sacco.
Valvata vanciana Loc.
Neritina Philippei Loc. (M).
Ancylus Neumayri Font.
Limnæa Bouilleti Mich.
— cf. *auricularia* L.
— cf. *palustris* Drap.
Vertigo sp.
Unio Ogerieni Loc. ? (M).
Chara (graines).

Une autre zone fossilifère doit être signalée : dans le lit même des ruisseaux, surtout près de leur dernier confluent en aval, par conséquent à un niveau manifestement inférieur, on voit affleurer par ravinement des marnes d'une nature toute différente. Ce sont plus exactement des argiles bleu-clair à l'intérieur, légèrement jaunâtres quand elles ont été exposées à l'air ; très compactes, elles résistent longtemps aux agents atmosphériques et à l'érosion, même lorsqu'elles ont été fragmentées ; les blocs à angles vifs qu'elles forment et qui dépassent souvent un mètre cube, encombrent en certains points, comme des rochers entassés, le lit des ruisseaux. Ces marnes sont fossilifères, au moins sur certains points. On y trouve les *Melanopsis* qui seront cités plus loin. Mais les fossiles paraissent concentrés de préférence dans une couche sableuse, d'un sable jaune assez grossier, intercalée au milieu des marnes. Il y a certains points de cette couche absolument pétris d'*Unio atavus*, où l'on peut, avec des précautions, recueillir de beaux échantillons ; les *Melanopsis* s'y trouvent aussi en quantité innombrable. On y récolte surtout une espèce courte et trapue, régulièrement conique, qui paraît entièrement nouvelle et m'avait été signalée comme telle parmi les échantillons que je lui avais soumis, par notre confrère M. Berthelin, qui connaissait si bien la faune malacologique néogène (1).

Voici la liste des espèces appartenant aux argiles et sables inférieurs :

Unio atavus Partsh., var. *Sayni* Font., avec la s. v. *ectata* Font.

Helix Jourdani Mich. (à spire un peu écrasée, mais à large ombilic, bien reconnaissable).

(1) En voici la description : MELANOPSIS DEPERETI n. sp. Cinq ou six tours, presque plats, les premiers croissant lentement, les deux derniers beaucoup plus grands ; suture peu marquée ; — forme générale courte : 11 mm. de hauteur sur 7 de largeur ; presque exactement conique, à arêtes présentant seulement une très légère courbure ; — ouverture atteignant les 2/3 de la hauteur totale ; presque en losange à raison d'un angle accentué de la columelle et de la dilatation antérieure du labre ; celui-ci aboutit presque perpendiculairement sur le canal antérieur ; — columelle tronquée obliquement en avant par le canal, assez largement (2 mm.) calleuse en avant, à callosité très épaissie en arrière, et se soudant avec le dernier

Melanopsis Depereti Boistel.
— *Kleini* Kurr., var. *Valentinensis* Font.
Bithynia Leberonensis Fisch. et Tourn., var. *Delphinensis* Font.
— — — — *Neyronensis* Font.
Nematurella ovata Bronn.
— *Lugdunensis* Tourn.
Valvata Kupensis Fuchs.

tour sur une largeur presque égale à la moitié de la partie qui reste découverte de l'avant-dernier tour ; — labre presque droit (à peine un faible sinus près de la suture) ; à peine oblique par rapport à l'axe de la coquille.

La figure 3 représente les deux formes extrêmes de la coquille : *A*, *B*, *C*, la forme la plus courte et la plus ordinaire ; *D*, la forme la plus allongée.

Rapports et différences. — Cette espèce ne paraît pouvoir être rapprochée, parmi ses congénères néogènes, que du *Melanopsis eurystoma* Neumayr (*Paludinen Schichten*, p. 49, pl. VII, fig. 30). Celle-ci en diffère par sa forme beaucoup plus allongée : 17 mm. pour une même largeur de 7 mm.; à galbe plus conoïde, à tours un peu convexes, laissant entre eux une suture beaucoup mieux marquée. Son ouverture atteint au plus la moitié de la hauteur totale ; elle est simplement ovale, la columelle et le labre présentant respectivement une courbe régulière. Celui ci forme une légère saillie en forme d'oreillette à sa partie tout à fait antérieure, avant de rejoindre le canal. La columelle paraît (sur la figure) se terminer en pointe sans être tronquée à son extrémité. Sa callosité est peu large et n'augmente pas d'épaisseur en arrière, de sorte que les deux bords de l'ouverture s'y rejoignent en formant un angle assez aigu, et sans se souder ensemble. Enfin, le labre, vu de côté, a la forme d'un S allongé.

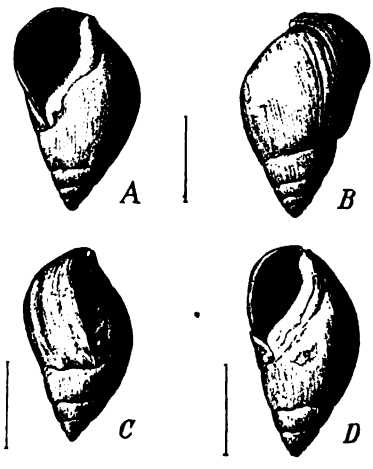


Fig. 3. — Melanopsis Depereti n. sp.

Un de nos confrères m'avait signalé l'analogie entre cette coquille et le *Melanopsis ? caputinensis* de Roumanie, décrit récemment par M. Sabba Stefanescu (*B. S. G. F*, 3e série, t XXV. p. 311, et pl. VIII, fig. 8-10). Mais, outre la taille au moins deux fois plus grande de cette dernière espèce, l'ensemble de cette coquille est ovale, à arêtes courbes, au lieu de présenter une forme presque rigoureusement conique ; le labre, quoique brisé dans les échantillons roumains, paraît avoir dû être beaucoup moins dilaté en avant ; enfin, la columelle est simplement courbe au lieu de former un angle bien net et, quoique munie d'une callosité très forte et très saillante à l'extérieur, elle ne se soude pas avec la partie postérieure du labre, mais les deux côtés de l'ouverture se rejoignent en arrière sous un angle bien apparent.

Je suis heureux de dédier l'espèce d'Ambronay à l'éminent Paléontologiste, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, dont les déterminations m'ont été si précieuses et qui a eu plusieurs fois l'amabilité de venir vérifier sur place les observations que j'avais faites dans le Bugey.

Valvata vanciana Tourn.
Neritina Philippei Loc.
— *Dumortieri* Font.
Triptychia Terveri Mich. (deux sommets et un fragment de bouche).
Vitrina nov. spec. (de grande taille, mais un peu incomplète ; à spire très étroite et à dernier tour très développé, de sorte que le bouton se trouve placé à peine aux 2/5 de la largeur totale).

Il y a lieu de remarquer dans cette liste le *Melanopsis Kleini*, var. *Valentinensis* Font., qui n'avait été jusqu'ici rencontré à ma connaissance que dans le Pontien (Montvendre, Tersanne, Heyrieu, Soblay, Oussiat, Priay). C'était une des très rares espèces que je croyais pouvoir considérer comme ne passant pas du Miocène supérieur dans le Pliocène. Il faudra, semble-t-il, renoncer encore à ce critérium.

En réunissant les espèces des deux listes et en supprimant les doubles emplois, on arrive au chiffre de trente.

Sur aucun point de ces affleurements, je n'ai pu, jusqu'à présent, saisir d'une manière précise l'inclinaison des couches. Ils sont trop superficiels et ces marnes sont trop sujettes à des glissements, même par grandes masses, pour qu'il soit possible de se prononcer.

IV

Bois de la Servette

Le dernier point que j'aie à signaler, pour rester dans les formations tertiaires (1), est un lambeau assez important de Pliocène qui ne figure sur aucune carte géologique. C'est celui qui porte les *bois de la Servette*, entre la petite ville de Lagnieu au S.E. et le village de Leyment au N.O. Il est marqué en a^1 sur la carte au 80 000e, c'est-à dire comme alluvion ancienne, sans le pointillé de ronds blancs indicatif du glaciaire. Sur la carte qui accompagne le grand ouvrage de MM Delafond et Depéret, il figure, relié à la colline de St Denis, comme alluvion antéglaciaire (a^{1a}, vert foncé) à la base et comme glaciaire (a^{1gl}, vert clair) dans toutes les parties saillantes. L'étude très attentive que j'en ai faite m'amène, en effet, à l'assimiler comme structure à la colline de St Denis, dont il n'est séparé que par une plaine glaciaire (2) et fluvio-glaciaire. Mais la colline

(1) Je réserve pour une communication ultérieure, une étude sur le glaciaire de la région.

(2) Deux très belles moraines concentriques se présentent en demi-cercle au nord de Lagnieu, la plus méridionale étant la moins élevée.

de St Denis, d'après la description détaillée que j'en ai donnée au Bulletin (1), doit être attribuée au Pliocène inférieur ou Plaisancien (marnes et sables de Mollon) pour la moitié de sa hauteur, et au Pliocène supérieur ou Sicilien (cailloutis de Miribel, et de la rive droite du vallon de Sathonay sous le glaciaire) pour l'autre moitié. J'en retrouve les traits essentiels dans les bois de la Servette.

D'abord la colline élevée, bien visible sur la carte de l'Etat-major, au S.O. du hameau de Charveron (entre ce hameau et les mots « *BOIS DE LA* »), est entièrement composée de cailloux roulés, cimentés sur de grandes épaisseurs en poudingues, avec de nombreux cailloux alpins de toute nature et beaucoup de calcaires jurassiens ; on en observe une bonne coupe dans les gradins à pic qui dominent le hameau de Charveron. C'est exactement le même faciès qu'à St-Denis, à Bettant et aux balmes de Vaux qui lui font face, avec la même altitude comprise entre 300m à la base et 350m et même plus au sommet.

Je maintiens l'attribution de ces poudingues au Pliocène supérieur. Ils sont d'abord très franchement ravinés par les dépôts glaciaires sur 50m de hauteur et sur une largeur de 2 kil. et demi entre Vaux et Charveron ; les moraines viennent mourir à leur pied entre Charveron et La Châtaigneraie-Joyannoux-Maison-Rouge (2). De plus, ils présentent les caractères donnés comme distinctifs des cailloutis pliocènes par rapport aux cailloutis quaternaires (3). Au point de vue du tassement, ils se montrent très cohérents comme ceux du ravin de Sathonay, rive droite, et de Miribel, et susceptibles de conserver des coupes à pic, même dans les endroits où ils ne sont pas cimentés en poudingues ; les balmes de Vaux en sont un exemple frappant. L'altération des granites et des roches granitoïdes et la coloration ferrugineuse des galets de quartzites peuvent s'observer également, et l'ensemble de la masse est toujours moins blanc que dans les alluvions glaciaires *progressives* ou *régressives*. Cependant ce caractère est peut-être ici un peu moins accusé et moins uniformément répandu. J'attribue la différence à cette circonstance que les cailloutis de Saint-Denis et de la Servette ont dû être dès

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI (1893), p. 299 — Cette note ayant paru presque en même temps que le bel ouvrage de MM. Delafond et Depéret, n'a pu être utilisée ni combattue par eux. J'ai tout lieu de croire qu'il n'entre pas dans leur pensée d'en contester les données.

(2) On trouvera plus bas une objection avec la réponse.

(3) V Delafond et Depéret. *Loc. cit.*, p. 259. J'utilise à mon tour les précieuses indications contenues dans cet ouvrage paru en même temps que ma première note. — V. aussi *B. S. G. F.*, t. XXII, p. 623-625.

leur dépôt arrosés par les eaux calcaires venues des montagnes immédiatement voisines du Bugey, que ces eaux étaient privées de presque toute leur puissance dissolvante, qu'au contraire, calcifiantes au plus haut degré, elles ont cimenté presque complètement en poudingue toutes les parties supérieures du cailloutis et mis par là un obstacle à l'action des agents atmosphériques dans la profondeur de la masse. Au contraire, les plateaux de Miribel et de Sathonay ont reçu pendant un temps fort long les eaux de fonte du glacier qui venait incessamment mourir au-dessus d'eux. Or, les masses de glace, conservées intactes depuis les hauts sommets où elles s'étaient formées, devaient arriver là à un état de pureté extrême, avec une puissance dissolvante et oxydante aussi grande que celle qu'elles avaient en tombant du ciel sous forme de neige.

Des preuves directes et locales peuvent corroborer l'attribution de ces cailloutis supérieurs au Pliocène. A la sortie ouest du village de Leyment, au bas de la descente, à l'entrée de la route de Chazay qui s'embranche à gauche, sont deux gravelières intéressantes qui font voir le glaciaire avec sa boue et ses blocs, entre les alluvions antérieure et postérieure parfaitement lavées, contenant toutefois aussi de gros galets. Or, dans l'alluvion inférieure, celle qui correspond à la période de progression du glacier, on trouve, spécialement à la première carrière, de gros galets de poudingue roulés. Ces poudingues, présentant la même composition en cailloux calcaires et cailloux alpins que les cailloutis supérieurs distants environ d'un kilomètre, il est tout naturel de chercher là leur origine. Ils attestent donc le ravinement de ces cailloutis supérieurs par les eaux qui ont précédé l'arrivée des glaciers et par conséquent leur âge plus ancien.

Le plateau élevé du bois de la Servette se termine en pente raide vers le nord, et le chemin ferré qui conduit de Lagnieu par le hameau de Charveron à Leyment, à l'altitude de 290^{m} environ, le laisse entièrement sur sa gauche. Mais, du côté du sud, il se relie à d'autres collines à peu près aussi élevées que lui, et qui dominent encore plus au sud, de plus de 100^{m}, le cours du Rhône ; c'est le bois Bollerin, sur la carte de l'Etat-major. Ces collines sont du glaciaire le mieux caractérisé. Le changement est brusque, presque instantané au moment où l'on traverse, suivant un léger vallon transversal, parcouru par un chemin d'exploitation, la limite des deux communes de Leyment et de Lagnieu. On a marché jusque là sur une argile brune épuisée de tout caillou calcaire, ne contenant que des quartzites ou des roches granitoïdes les plus résistantes,

plus ou moins abondantes suivant les places, avec quelques blocs anguleux plus gros. Tout à coup, on se trouve en présence d'une profusion de cailloux calcaires de toute nuance, avec de très gros blocs de même nature, polis et striés et le mélange classique de roches alpines. On les rencontre bientôt amoncelés en tas énormes entre les champs qu'on en a débarrassés, au milieu d'un paysage mamelonné, représentant bien les caprices d'une moraine puissante. Ce paysage *incohérent* (si l'on peut se servir de ce mot), descend par sauts successifs jusqu'au niveau du Rhône vers le sud.

En présence de ces observations, on serait tenté de voir dans le plateau du bois de la Servette la suite de cette moraine, l'alluvion du torrent sorti du glacier; en somme, une alluvion postglaciaire et non pliocène. Mais, outre qu'on ne concevrait pas que cette alluvion fût à une altitude au moins égale à celle du sommet de la moraine démantelée, la réfutation de cette explication se trouve déjà dans les faits consignés plus haut. C'est l'absence de toute trace d'élément calcaire sur la surface entière de ce plateau. Les cailloutis qui en forment la masse interne ont été absolument décomposés et décalcifiés à la superficie sur une assez grande épaisseur, tandis que les calcaires abondent dans les amas glaciaires tout voisins. Evidemment les premiers ont un âge bien plus ancien que les seconds.

Qu'y a-t-il au-dessous de la masse puissante de cailloutis qui forme la partie haute du bois de la Servette? C'est ce qu'il n'est pas facile de constater. Ce massif, entouré de tous côtés par les formations glaciaires ou circumglaciaires, est moins profondément découpé par les érosions que la colline de Saint-Denis située entre deux cours d'eau actifs. Même à l'extrémité nord du bois, là où l'érosion a été plus forte et a formé un talus au faîte duquel est bâti le château de la Servette, un revêtement de glaciaire a recouvert les terrains plus anciens s'ils existent. On peut constater ce glaciaire dans une sablière située entre le château et le village de Leyment. Cependant, sur tout le plateau inférieur du bois, au nord de la route de Lagnieu à Leyment, à l'ouest aussi du plateau supérieur, on peut, par la nature argileuse ou argilo-sableuse du sol, conjecturer l'existence du Pliocène inférieur en sous-sol. Il y existe des quartzites épars plus ou moins abondants par places; mais c'est ce qu'on voit sur tous les terrains soit tertiaires, soit jurassiques, calcaires ou argileux, sur lesquels le glacier a simplement passé. L'existence de sources, de marécages et même de petits étangs, surtout dans la partie ouest, semble corroborer cette conjecture.

Mais, en somme, le doute restait très possible, et peut-être la boue glaciaire pouvait ainsi retenir les eaux, quoique cela ne soit pas dans ses allures en cette région.

La solution précise de la question m'a été fournie, au cours de l'année 1896, par une tranchée pratiquée pour l'adduction, à Sainte-Julie, des eaux d'une source qui surgissait dans la partie ouest du bois de la Servette. Cette tranchée a recoupé la route de Leyment à Chanves, environ au quart le plus rapproché du premier village, là où la carte de l'Etat-major indique un léger vallon ; la source captée était à peu près à 500m à l'est vers le point de jonction de l'*x* formé par deux chemins.

Voici ce qu'on observait dans la tranchée en partant de la route vers l'est. Sur 200m environ, se trouvait au fond le glaciaire avec ses cailloux de toute couleur et de toute provenance, et des blocs dépassant souvent la grosseur de la tête, très abondants en certains points. Il était surmonté, sur une épaisseur pouvant aller jusqu'à un mètre, d'une argile brune compacte ne contenant presque plus de cailloux, ou quelques quartzites et des roches granitiques très fusées. Puis, en approchant du bois, où le terrain s'élève un peu, la tranchée, plus profonde, atteignait, sous 1 à 2m de glaciaire, les argiles compactes manifestement tertiaires, jaunâtres en haut, bleues en profondeur. Peu après, le glaciaire disparaissant, la coupe était tout entière dans les argiles tertiaires visibles sur 4m de hauteur, sous un mètre d'argile brune, à cailloux très rares. Après 100m environ d'affleurement, sur une pente inverse du terrain, les argiles tertiaires s'enfonçaient de nouveau sous le glaciaire qui réapparaissait, avec l'argile brune, caillouteuse à la surface, et continuait ainsi jusqu'à la source captée. La coupe d'ensemble était la suivante :

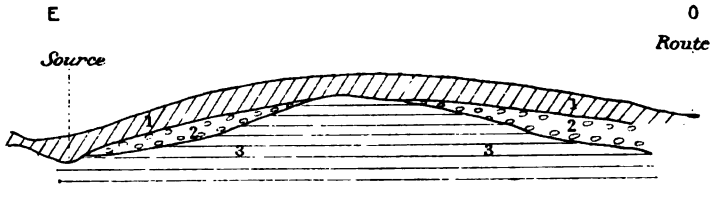


Fig. 4. — Coupe passant par la source de Sainte-Julie et la route de Leyment à Chanves. — *1*, Zone épuisée ; **2**, Glaciaire ; **3**, Argile pliocène.

La source sortait exactement à la surface de l'argile tertiaire, formant un banc très net, sous le cailloutis argileux brunâtre du glaciaire (v. fig. 5).

On peut donc affirmer que sous les couches superficielles plus ou moins argileuses ou caillouteuses, la partie basse du bois de la Servette renferme des marnes pliocènes qui passent sous le cail-

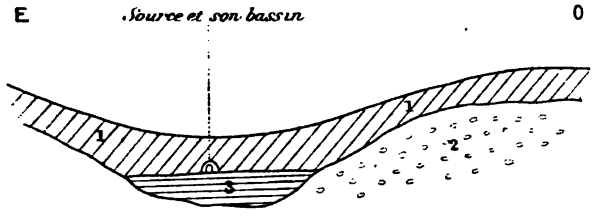


Fig. 5. — Coupe passant par la source de Sainte-Julie.
1, Zone épuisée ; 2, Glaciaire ; 3, Argile pliocène.

loutis du plateau supérieur. On retrouve donc la même coupe d'ensemble que pour la colline de Saint-Denis, sauf que, faute d'affleurements suffisants, l'on ne peut pas constater la présence des sables pareils à ceux de Mollon au-dessus des argiles inférieures.

SUR LES OPHITES DE LA NAVARRE

par M. **STUART-MENTEATH.**

M. Pedro Palacios a publié dans le *Boletin del Mapa geologico de España* le résultat d'une enquête sur les ophites de la Navarre, dont il a été chargé par l'éminent directeur M. Mallada. Son excellent travail, ajouté à celui de M. Mallada de 1882, me permettra de résumer les observations que j'ai constamment poursuivies en Navarre.

La coupe N° 7 de M. Palacios est la plus facilement accessible. L'ophite spilitique, qu'il a dessinée comme un banc formé sur place à la surface du Trias, est éparpillée partout à la *base* du conglomérat triasique de La Rhune, et a transformé cette base en jaspe pyromaque que j'ai présenté en 1881 devant la Société. Au-dessous de cette base, on voit trois fois sur la route la retombée septentrionale du calcaire carbonifère dont M. Palacios a vu seulement l'affleurement méridional. Comme dans tous les environs, ce calcaire suit régulièrement la base des synclinaux de Trias, et le rôle insignifiant des failles est précisé dans mes coupes de 1881 et 1891.

A Alzate, M. Palacios représente, comme un soubassement de Carbonifère discordant, le calcaire à *Radiolites foliaceus* et le Flysch superposé qui sont le *prolongement ininterrompu* de ces mêmes roches du bassin de Sare (j'ai montré ce fait dans ma carte du *C. R. Ac. Sc.*, juin 1894). Entre ce Cénomanien et le dos du Trias d'Alzate, on trouve la formation singulière que M. Palacios a reconnue partout en Navarre comme accompagnant essentiellement l'ophite, et qu'il a classée dans le Trias supérieur, en supposant que l'ophite est une spécialité de cette formation produite par métamorphisme sur place. Il a bien vu qu'en admettant l'origine intrusive de l'ophite son Trias supérieur deviendrait une simple auréole de métamorphisme de roches quelconques.

Mais, pour maintenir cette théorie, il a dû bouleverser toute la coupe typique déjà citée ; il est forcé de rejeter l'enseignement du microscope sur l'identité de l'ophite avec les filons de la même roche qui pullulent au-dessous du Trias ; et, pour justifier les failles qu'il est obligé de supposer partout, il interprète toujours comme Urgo-Aptien la formation dont j'ai décrit la faune *cénomanienne* et très complète tant en Navarre qu'en Guipuzcoa (*B. S. G. F.*, juin 1893). Mes fossiles du Jurassique moyen, auxquels je puis ajouter la *Terebratula digona* trouvée au nord d'Irurita, sont également ignorés. Naturellement les ophites, en passant des filons du Paléozoïque aux épanchements du Cénomanien, ont métamorphisé des roches de tout âge. Mais M. Palacios ne peut citer un seul exemple de cailloux roulés d'ophite plus anciens que ceux qui abondent dans le Cénomanien. L'étude microscopique des ophites, largement développée en Espagne par MM. Macpherson et Quiroga depuis 1874, la paléontologie de la région, et la stratigraphie la plus fouillée et la plus facilement vérifiable, réfutent la théorie logique et ingénieuse à laquelle un observateur exercé et consciencieux se trouve acculé par les faits, sans vouloir abandonner la légende des ophites triasiques. Ces mêmes faits, avec plusieurs que M. Palacios n'a pas remarqués, tels que la pénétration de l'ophite dans une masse d'*Orbitolines* au nord d'Elzaburu, m'ont fait abandonner en 1881 cette théorie de première impression.

M. Mallada avait classé comme Muschelkalk les calcaires de la bande ophitique. M. Palacios admet pour ces mêmes calcaires — partout ailleurs qu'à Alzate où son erreur est indéniable — l'âge *cénomanien* (ou crétacé indéterminé) que j'ai indiqué dans mes coupes de 1881. Il admet leur âge *crétacé*, même pour les cas où j'ai hésité en vue du *faciès* étrangement triasique qu'ils présentent,

notamment au col entre Leiza et Goizueta. Le débat serait clos s'il n'avait pas introduit l'hypothèse de la formation en place de l'ophite, seul moyen de soutenir que le calcaire métamorphisé est toujours d'un autre âge que celui du calcaire à fossiles. Il admet d'ailleurs que dans les mêmes parages, l'ophite est en contact, tantôt avec le Cénomanien, tantôt avec le Lias.

Or, les ophites de la Navarre se présentent largement au milieu du Crétacé et du Tertiaire de la plaine. Personne n'aurait pensé à les associer au Trias, si l'on n'avait pas supposé, d'après les cartes antérieures à 1881, que dans la montagne elles sont toujours associées au Trias et situées loin du Crétacé. Il est aujourd'hui incontestable que partout où ces ophites accompagnent le Trias de la montagne, elles forment le bord de bandes de Cénomanien qui touchent accidentellement le dit Trias. A Vera, comme ailleurs, ce bord du Cénomanien est formé de roches métamorphisées et de gros blocs anguleux provenant de tous les terrains et surtout du Crétacé, et en contraste frappant avec le Trias siliceux. Ces bandes d'éjections volcaniques, *avec plantes fossiles* et roches métamorphisées d'un terrain quelconque, traversent la chaîne entre Sare et Oyarzun, entre Oyarzun et Villabona, entre Baigorry et Leiza, entre les Eaux-Chaudes et Orbaiceta, entre Panticosa et le Pic d'Anie, etc. A Ascain, Leiza, Villabona et ailleurs, j'ai trouvé tous les caractères du Muschelkalk du Hartz, avec des *Lingula*, *Gervillia*, *Avicula*, *Natica*, *Myalina*, etc., mais j'ai constaté l'identité de la roche avec le Cénomanien dont il fait partie.

SUR LE GRANITE DE LOUCRUP (HAUTES-PYRÉNÉES)

par M. **STUART-MENTEATH.**

Ce granite, connu depuis Palassou, est décrit par M. Carez au village de Julos dans le *Bulletin* du 3 mai dernier. Il a abandonné sa thèse de 1896 que les ardoises à *Ammonites* de Lourdes sont siluriennes, que le calcaire à Bélemnites jurassiques de Saint-Créac est paléozoïque, et que le Flysch de la Poudrière de Lourdes, à belles Fucoïdes caractéristiques, reposant en discordance sur les ardoises à Ammonites, au sud de la Poudrière, est Précambrien. Pour dénoncer comme erronées, dans l'*Annuaire géologique* et dans

le *Bulletin*, mes conclusions d'observations commencées à Bagnères en 1866, il admet aujourd'hui l'âge crétacé des roches pénétrées par le granite, et il prétend que le granite est antérieur et indépendant des couches qu'il avait classées dans le Primaire à cause de leur pénétration par le granite. Ayant classé le Flysch de l'est de Lourdes dans le Précambrien en raison de son état métamorphique, il affirme aujourd'hui que ce même Flysch prouve par son état nullement métamorphique l'indépendance du granite, en dépit des preuves de pénétration. Oubliant les « filons de granite » qu'il a précédemment cités, il présente le granite de Julos comme une bosse unique et prétend qu'il n'existe à Pouzac qu'une syénite néphélinique.

L'observation depuis Palassou prouve que la syénite de Pouzac est un détail minéralogique entre l'ophite du Pont de Pouzac et le granite qui, en cent bosses, filons et ramifications, a pénétré le Crétacé depuis le S.-E. de Bagnères jusqu'auprès d'Ordizan, Ossun et Capvern. Jusqu'à la vallée d'Asson, le Crétacé est encore lardé de filons de granulite. Au nord de Lourdes, le Flysch présente des bandes de métamorphisme intense, et partout ce Flysch passe insensiblement aux schistes satinés et micaschistes dont M. Carez s'est servi pour nier l'âge crétacé de cette formation. Des schistes semblables sont connus dans toute la chaîne sous le nom de *schistes pourris*. D'ailleurs, les premières traces de l'érosion du granite sont des cailloux roulés dans le conglomérat cénomanien, à côté de cailloux à *Serpula calcarea* Leym. du Crétacé.

A l'ouest de la vallée d'Asson, on trouve du granite dans le massif du Labourd et dans la montagne des Trois-Couronnes. Chacun de ces massifs est traversé par une bande de calcaire cénomanien transformé en marbre blanc à graphite. Dans ce calcaire, figuré comme Cambrien, etc. sur les cartes, j'ai trouvé des *Radiolites foliaceus* à Vera et des Rudistes et Polypiers crétacés au sud d'Ergogen. Son prolongement à Louhossoa ne présente pas de fossiles, mais il est, dans l'absence du Muschelkalk, certainement continu avec le Cénomanien fossilifère tant à l'est qu'à l'ouest. Un gros filon de pegmatite se présente entre les deux granites, au nord d'Ainhoa, dans les schistes qui reposent sur le Lias fossilifère que j'ai signalé au nord de Sare.

Ces faits d'observation ont un caractère décisif.

SUR LES SABLES A CLYPÉASTRES DES ENVIRONS DES PYRAMIDES DE GHIZEH

par M. **R. FOURTAU.**

Le gisement des fameux *Clypeaster Ægyptiacus* Michelin (Whright. manuscrit in coll.) a été diversement interprété. Les uns, comme O. Fraas (1), Michelin (2), Fuchs (3), l'ont fait miocène; Schweinfurth et Beyrich (4) l'ont fait pliocène; M. Mayer-Eymar (5) a bien envie de le faire saharien, quoique la présence d un *Echinolampas hemisphericus* Ag., espèce miocène, le fasse forcément hésiter et l'amène à le considérer comme appartenant au Miocène (Helvétien II. B).

J'ai eu l'occasion de visiter ce gisement il y a quelques jours et j'ai fait pratiquer des fouilles qui m'ont révélé pourquoi ce gisement avait été attribué à divers étages.

Tout d'abord, quelles sont les caractéristiques du gisement.

Fraas dit y avoir trouvé :

Pecten Dunkeri May.
— *asperulus* Seltener.
— *pleuronectes* Lam.
Ostrea undata Gf.
Syndosmia apelina Ren.
Strombus coronatus Defr.
— sp. cf. *Bonelli* Brogn.
Cassis cf. *crumena* Lam.
Balanus sulcatus Lam.

Fuchs donne comme de ce gisement :

Conus sp. cf. *Mercati* Brocc.
Strombus sp. cf. *coronatus* Dep.
Tritonium sp.
Spondylus sp.
Pecten benedictus Lam.
— *aduncus* Eichw.
Pecten Malvina Dub.
— *cristatus* Bronn.
Ostrea digitalina Eichw., var. *Rohlfsi* Fuchs.
Ostrea pseudo-cucullata Fuchs.

(1) Cf. O. Fraas. Aus dem Orient. Tome I, 1867.
(2) Cf. H. Michelin. Monographie des Clypéastres. *Mém. Soc. Géol. de France.*
(3) Cf. Fuchs. Beiträge zur Kenntniss der Miocenfauna Ægyptens, und der libyschen Wüste. 1882.
(4) Cf. Beyrich. Ueber geognostiche Beobachtungen G. Schweinfurth's in der Wüste zwischen Cairo und Suess. *Mém. Ac. Sc. Berlin*, 1883.
(5) Cf. Mayer-Eymar. Revision der Formenreiche des Clypeaster altus. Zurich, 1897.

Beyrich dit que la plus grande partie des *Pecten* ne se distingue pas du *P. Erythræus* Sow. vivant encore dans la mer Rouge et, de plus, établit l'identité du *Clypeaster Ægyptiacus* avec *C. pliocenicus* Seguenza, dont cet auteur a fait la caractéristique de son étage Laneléen du Pliocène inférieur. Il rattache aussi à *Ostrea cucullata* Bronn. (*Ostrea Forskali* Chemnitz) l'*O. pseudo-cucullata* de Fuchs.

De toutes ces déterminations naissait une confusion que la note de M. Mayer-Eymar n'éclaircit pas, car, s'il dit que les faits démontrent que les sables des environs des Pyramides sont sahariens, la rencontre d'*Echinolampas hemisphericus* Ag., qui appartient à l'Helvétien II associé au *C. Ægyptiacus* ne laisse pas que de le rendre hésitant et finalement le décide à le placer au même niveau.

Depuis longtemps je possédais *C. Ægyptiacus* provenant des dépôts pliocènes des gorges de l'Attaka et n'avais nul besoin de l'avoir des Pyramides, sûr que j'étais d'ailleurs de pouvoir, en raison de sa grande abondance, me le procurer facilement et je n'avais attaché aucune importance à ce gisement, lorsque dernièrement, étant allé chercher quelques Echinides dans les couches crétacées situées à huit kilomètres à l'ouest des Pyramides de Ghizeh, je résolus de passer mon après-midi à l'examen de la localité située à deux kilomètres au sud de ces mêmes Pyramides et où se trouvaient les *C. Ægyptiacus*.

A la lisière des terres cultivées s'étend une bande de sables que baignent les eaux du Nil aux hautes eaux; puis les dernières ondulations du plateau libyque se dressent en petites collines. Dès que l'on a dépassé la faille du plateau qui supporte les Pyramides et dont la muraille à pic se dresse derrière le village de Kafra, et quand, après ce village, on a franchi la petite gorge où se trouvent le sphinx et le temple de granite et traversé le cimetière arabe, on arrive sur un plateau ondulé dont le sol est bouleversé par des fouilles récentes. Plus au sud, séparé de ce premier plateau par une plaine assez vaste et également remaniée, se trouve un deuxième plateau où les traces de fouilles abondent.

C'est la localité que M. Mayer-Eymar a baptisée du nom de Garet Loriol et qui porte en réalité le nom de « Gebel Chelloul », du nom qu'ont donné les Bédouins au *C. Ægyptiacus (Chell* au pluriel *Chelloul)*.

Cet Echinide est, en effet, pour eux une source de revenus. Pendant tout l'été, alors que leurs champs sont inondés, ils vont fouiller le plateau pour y récolter les Clypéastres qu'ils revendent l'hiver aux nombreux touristes qui viennent visiter les Pyramides, de

0 fr. 50 à 1 fr. pièce, suivant l'état de conservation. Aussi, sur trois kilomètres de longueur la chaîne libyque a l'aspect d'une nécropole qui aurait été fouillée en tous sens.

Le sol est formé de sables quartzeux et ferrugineux dont la couleur jaunâtre augmente dès qu'on les fouille un peu. Ces sables sont mêlés de cailloutis roulés et de silex éclatés au soleil. A leur surface on trouve de nombreux débris de *C. Ægyptiacus*, des *Pecten* et de nombreux nids d'*Ostrea cucullata* ; j'y ai recueilli :

Balanus sulcatus Lam.
Ostrea cucullata Bann.
Pecten Erythræus Sow.
— *aduncus* Eichw.
Cardium Norwegicum Spengler.
Ranella marginata Mart.
Ostrea digitalina var. *Rohlfsi* Fuchs.
— sp. du Lutétien supérieur.

et deux dents d'Elasmobranches : *Oxyrhina* sp. et *Lamna* sp. (?). Ce mélange d'espèces éocènes, miocènes, pliocènes et vivantes me donna l'idée d'interroger mon guide et de le faire aller au village voisin chercher des fellahs pour pratiquer deux ou trois excavations et une petite tranchée, pendant que je parcourrais les environs en continuant ma récolte.

Les excavations arrivées à un mètre au-dessous du sol en moyenne me montrèrent un sable d'un gris noir et agglutiné fortement, de façon à être presque grésiforme. C'est dans ce sable qu'il fallut entamer à la barre à mine, que je rencontrai *C. Ægyptiacus*, associé seulement, comme me l'avait dit mon guide, à un moule spiral que j'attribue à *Strombus* cf. *coronatus* Defr. Il n'y a pas d'autres fossiles avec lui.

Cependant, à la surface du sol, avec les nids d'*O. cucullata*, j'avais trouvé des *Pecten* encore engagés dans une roche siliceuse et je me demandais leur provenance quand j'aperçus deux rochers que m'avaient cachés les sables accumulés sur le versant du plateau. Après examen je reconnus un agglomérat de débris de coquilles analogues à ceux du pied de Geneffe. J'y recueillis sur place *Pecten aduncus* et *Ostrea digitalina* var. *Rohlfsi*. Dès lors, je m'expliquai la confusion qui avait pu naître chez les géologues allemands qui avaient visité la localité avant moi et sur lesquels j'avais l'avantage de pouvoir interroger les habitants du pays, sans passer par un interprète.

Aussi dois-je rétablir la coupe du gisement ainsi qu'il suit (V. p. 42).

Les causes qui avaient déterminé Fraas et Fuchs à faire du *C. Ægyptiacus* une espèce miocène et avaient fait hésiter notre confrère M. Mayer-Eymar à en faire une espèce saharienne sont parfaitement explicables.

L'érosion actuelle a fortement attaqué les couches miocènes et a disséminé à la surface des sables sahariens *Pecten aduncus* et *Ostrea digitalina*, comme elle a arraché des falaises du Lutétien supérieur les nids d'*O. cucullata* qui s'y étaient accrochés pendant l'époque saharienne et les a roulés pêle-mêle, tandis que les fouilles des

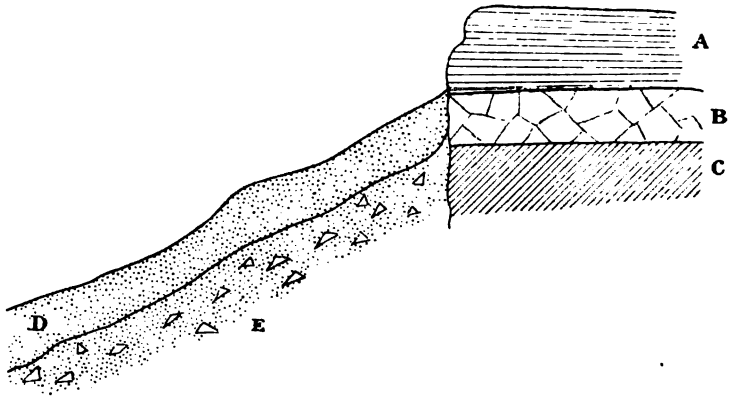


Fig. 1. — Coupe au Gebel Chelloul.

A, Agglomérats miocènes à *Pecten aduncus* et *Ostrea digitalina* ; *B* et *C*, Dernières couches du Lutétien supérieur ; *D*, Sables sahariens et cailloutis d'érosion à *Ostrea cucullata* et *Pecten Erythræus* ; *E*. Sables grésiformes pliocènes à *Clypeaster Ægyptiacus* et *Strombus* cf. *coronatus*.

Bédouins ramenaient à la surface les débris du *C. Ægyptiacus* que l'on trouve aussi en grande quantité à la surface.

Quant à l'âge des sables inférieurs, il est franchement caractérisé par *C. Ægyptiacus* dont l'identité avec *C. pliocenicus* Seg. du Pliocène d'Italie et de Tunisie ne fait aucun doute.

M. **Kilian** fait connaître à la Société la découverte d'une partie de mâchoire de *Lophiodon* dans les sables réfractaires des environs de St-Laurent-du Pont (Isère). Cette pièce lui a été remise par M. J. Allard, Ingénieur des Arts et Manufactures à Voreppe (Isère). — Une note ultérieure donnera des détails sur cette constatation et sur les intéressantes conclusions qui en découlent relativement à l'âge des sables bigarrés que plusieurs de nos confrères considéraient comme appartenant à l'Eocène inférieur.

OBSERVATIONS SUR L'EXCURSION AU CAUCASE

par M. **E. FOURNIER.**

En lisant le compte-rendu donné par M. Marcel Bertrand, j'y relève encore quelques inexactitudes qu'il importe de signaler. P. 716 : 1° La bande située au sud de Passanaour n'a pas été entièrement figurée par moi comme Eocène inférieur (voir ma carte où j'indique une bande de Lias de *5 à 6 kil. de largeur*) ; 2° La présence de fossiles crétacés à Ananaour n'a rien de contradictoire, car on est là dans le prolongement de l'anticlinal crétacé Cm que j'ai figuré plus à l'ouest et je maintiens absolument l'attribution à l'Eocène inférieur de toute la bande située au nord d'Ananaour ; pour les couches situées sous le château d'Ananaour lui-même, je les ai indiquées dans ma coupe XXVIII par la lettre S *sans leur attribuer d'âge*, attendu que quelques fragments indéterminables de fossiles, que j'y avais recueillis moi-même, m'avaient inspiré des doutes; 3° C'est en suivant latéralement sur une grande distance les bancs de calcaires feuilletés de l'*Eocène inférieur* situés plus au nord que j'ai pu constater d'une façon certaine qu'ils étaient anticlinaux. Il est impossible de juger de la question en relevant une coupe dans la vallée de l'Aragwa où la tête des plis est constamment rabotée. Enfin, ce n'est pas par la ressemblance lithologique avec une série sans fossiles au sud de Tiflis que j'ai classé cette bande dans l'Eocène inférieur, mais bien parce que, dans la région du lac Etso, les couches de cette même bande sont pincées dans des synclinaux crétacés, et que près de Varvarine la même série surmonte du Crétacé supérieur fossilifère.

M. de **Grossouvre** ne peut admettre l'interprétation proposée par M. Carez dans la séance du 22 novembre dernier, pour la roche du Picou de Freychenet (Ariège) dont la nature et le mode de gisement lui paraissent incompatibles avec la thèse de son confrère. Il n'y a là rien qui ressemble aux conglomérats du Cénomanien : le marbre du Picou de Freychenet forme une table horizontale placée sur la tranche des grès cénomaniens en couches fortement inclinées et est absolument distinct du terrain sous-jacent. Un autre fait corrobore cette manière de voir : à quelques kilomètres plus à l'est, au col de la Lauze, on voit le marbre griotte reposer sur la dolomie jurassique.

M. **Carez** fait remarquer que, dans la note visée par M. de Grossouvre, il n'a fait qu'énoncer une opinion. Il se propose de publier prochainement ses arguments.

Séance du 7 Février 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. **J. Vaquez**, Directeur de l'école publique de Romainville (Seine), présenté par MM. Stanislas Meunier et G. Ramond.

Il annonce une présentation.

Le Secrétaire présente au nom de M. **Brives** un ouvrage ayant pour titre : *Les terrains tertiaires du Dahra et de la vallée du Chéliff*. Ce mémoire, qui a servi à M. Brives de thèse pour le doctorat ès-sciences naturelles, est accompagné de cinq belles planches de fossiles miocènes, d'un grand nombre de coupes et d'une carte géologique en couleur à l'échelle du 1/200.000e. Il a été publié par le Service de la Carte géologique de l'Algérie.

L'Archiviste signale l'acquisition faite par la bibliothèque des volumes de *Palæontographical Society* des trois dernières années, contenant notamment : « La faune dévonienne du sud de l'Angleterre », par M. Whidborne ; « Les Foraminifères du Crag (fin) », par M. Ruppert Jones ; « Les Gastéropodes jurassiques (fin) », par M. Hudleston.

M. **Cossmann** envoie à la Société le manuscrit d'un Mémoire intitulé « *Contribution à la Paléontologie française. Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques.* — II. *Nérinées* » et faisant suite au Mémoire sur les Opisthobranches que la Société a bien voulu publier il y a deux ans (1).

Bien que les Nérinées aient été très largement traitées par d'Orbigny dans le second volume de la Paléontologie française, en 1851 et 1852, les nombreuses espèces qui ont été publiées depuis cette époque, et surtout les remaniements importants qui ont été

(1) Ce mémoire paraîtra dans les Mémoires de Paléontologie.

apportés à la classification générique de ces Gastropodes, rendent nécessaire une revision de tous ces fossiles, que M. Cossmann a récemment proposé de placer dans un nouveau sous-ordre : *Entomotæniata*, entre les Opisthobranches et les Prosobranches.

On conçoit donc que, dans ce second Mémoire sur les Gastropodes jurassiques, il se soit spécialement attaché à reprendre toute l'histoire des Nérinées françaises, avant de poursuivre la continuation de ses Études sur les Gastropodes Siphonostomes, et particulièrement sur les coquilles cérithiformes que d'Orbigny n'avait pas eu le temps de passer en revue.

Ce Mémoire sur les *Entomotæniata* ne reprend que partiellement les *Tubiferidæ* étudiés dans le Mémoire précédent, relatif aux Opisthobranches et dont les affinités avec les véritables Nérinées paraissent aujourd'hui indiscutables. Il ne comprend qu'un très petit nombre d'espèces nouvelles, car ce sont des formes bien connues, tant en France qu'à l'étranger, et sur lesquelles il y a plutôt à réduire les dénominations trop nombreuses, autrefois proposées pour de simples variétés. L'auteur espère donc que l'intérêt de ce travail résidera principalement dans la méthode qu'il a suivie pour l'exposé systématique de ces descriptions, dans le sens scrupuleux avec lequel il a cherché à rétablir partout la forme typique de chaque espèce, et dans la reproduction absolument fidèle des échantillons, quel que soit leur état de conservation, exclusion faite de toute tentative de restauration.

LES COLLECTIONS DE M. LE PROFESSEUR MARSH

par M. **BIGOT.**

Les paléontologistes apprendront avec plaisir que M. Marsh vient de faire don à l'Université de Yales (New-Hawen) de ses collections scientifiques, parmi lesquelles les séries de Vertébrés fossiles que le savant professeur américain a recueillies pendant trente années de recherches dans les Montagnes Rocheuses et qui lui ont servi pour ses belles études. Ces collections de Vertébrés fossiles ne sont pas moins remarquables par le nombre des échantillons que par leur importance scientifique. Elles comprennent: les pièces établissant la généalogie du Cheval telle qu'elle a été comprise

par M. Marsh, les débris de près de 200 *Odontornithes*, de près de 200 *Brontotheridæ*, de plusieurs centaines de *Dinocerata*, de plus de 600 *Pterosauriens*, de plus de 1500 *Mosasauriens*, un grand nombre de *Dinosauriens*, la plupart de grande taille. Beaucoup de *Mammifères*, d'*Oiseaux* et de *Reptiles* y sont représentés par des spécimens uniques.

La collection ostéologique des formes vivantes renferme aussi de nombreuses raretés : on y compte, par exemple, 13 individus de Gorille. Cette libéralité de M. le professeur Marsh à un grand établissement scientifique lui assure un nouveau titre à la reconnaissance des paléontologistes, qui n'auront pas le regret de voir dispersées des collections aussi importantes, dont la valeur est encore accrue par le nombre des individus de chaque espèce.

SUR LE SENS DU REFOULEMENT DANS LES PYRÉNÉES

par M. **STUART-MENTEATH.**

Depuis dix ans, on cherche à relier les Pyrénées aux Alpes, tantôt par la direction des plis de la Provence, tantôt par la direction de lignes « virtuelles, géographiques », etc., qui sont imaginées *en travers* des dits plis. Pour justifier ces efforts, on cite un refoulement des Pyrénées vers le Nord qui serait la preuve de l'unité de cette chaîne avec les Alpes. La preuve de ce refoulement est tirée des écrits de M. Suess.

Pour l'historique, il suffit de remarquer que les plis des Pyrénées, selon Dufrénoy, Durocher, Leymerie, Magnan, etc., indiquent l'hypothèse contraire. Mes propres observations confirment celles de mes devanciers. Entre Luz et Gavarnie, et entre les Eaux-Chaudes et Panticosa, le renversement des plis vers le Sud est aussi violent que général. Dans la vallée d'Aspe, ce caractère est parfaitement admis par M. Seunes. De là, à Roncevaux, il est tellement dominant qu'il a fait classer le Crétacé comme Cambrien. A l'Est de Gavarnie, il est dans les vallées de Venasque et de Riborgaza. En Catalogne je l'ai reconnu partout, depuis la Noguera Pallaresa à travers l'Andorre et le haut Segre jusqu'à San Juan de las Albadesas. Jusqu'aux plaines de l'Ebre, cette disposition domine dans le nord de l'Espagne,

et la lisière méridionale des Pyrénées présente précisément le caractère festonné qui, pour M. Suess, indique un *front* de refoulement. Sans parler des Albères, où un métamorphisme très spécial a tout obscurci, on peut admettre que les Corbières sont refoulées au nord par les Pyrénées, mais que cette dernière chaîne est refoulée au sud, vers la Meseta d'Espagne. La rareté des ophites sur le versant sud et leur importance sur le versant nord en est une confirmation, et la présence du granite sur toute la lisière septentrionale des Pyrénées complète son analogie avec la lisière intérieure et méridionale des Alpes. Les volcans d'Olot et les ophites de la Navarre sont très vraisemblablement situés au nord de l'axe des Pyrénées.

Mais, même sur la lisière septentrionale de la chaîne, l'analogie avec les Alpes est une illusion. Au sud de la Poudrière de Lourdes, on peut voir que le plongement apparent du flysch au dessous des calcaires des Pyrénées est un plongement de la fissilité et non des *couches*. Au contact, la stratification se manifeste clairement par *suite* d'une augmentation de l'élément calcaire, et on voit que les couches sont inclinées de 45° au nord et reposent, en discordance, sur la surface érodée des calcaires de la montagne et des apophyses d'ophite dont ils sont pénétrés. Insensiblement, vers le nord, l'élément calcaire disparaît et une fissilité plongeant fortement vers le sud remplace graduellement la stratification. Par suite de l'illusion ainsi produite, on a récemment colorié comme Précambrien le Flysch à Fucoïdes de la Poudrière.

OBSERVATIONS A PROPOS DES NOTES DE M. E. FOURNIER

par M. Marcel BERTRAND.

M. Fournier prétend, à propos de mon compte-rendu de l'excursion du Congrès international dans le Caucase, y relever « encore quelques inexactitudes qu'il importe de signaler ».

J'ai pu, comme tout le monde, commettre des erreurs, et je n'aurais dans ce cas aucune hésitation à le reconnaître. Mais les *inexactitudes* que me reproche M. Fournier n'existent ici que dans son imagination. Quoique la chose ait au fond peu d'intérêt, le ton pris par notre confrère me force à en donner la preuve.

J'ai dit : « Sur le versant sud.... on entre, un peu au-dessous de Passanaour, dans une région un peu différente, où des schistes et grès alternent avec des calcaires blancs, rosés et rougeâtres ». Je n'ai pas spécifié la place où apparaissent ces nouveaux terrains, parce que nous n'avons pas vu la limite sur la route et qu'elle est marquée à une place différente sur les trois cartes géologiques de la région. M. Fournier, je ne sais comment, en conclut que je l'ai accusé d'avoir figuré comme Eocène inférieur toute la bande au sud de Passanaour, lorsque sa carte indique une bande de Lias de 5 à 6 kilomètres de largeur. Les uns mettant la limite des nouveaux terrains à un kilomètre, les autres à 4 kil., les autres à 6 kil. au sud de Passanaour (6 sur 25 qui représentent la distance totale jusqu'à Ananaour), j'évitais une discussion oiseuse en disant simplement : *un peu au-dessous de Passanaour*. L'expression est parfaitement exacte et ne prête à aucune ambiguité. C'est seulement après avoir rencontré la première bande de calcaires qu'on peut se croire sûrement dans les nouveaux terrains.

J'ai compté six bandes calcaires jusqu'à Ananaour ; les trois premières présentent la forme de cuvettes bien accusées, les schistes plongent sous les calcaires au sud et au nord ; les trois autres sont isoclinales. Au sud d'Ananaour, ce sont les calcaires, un peu plus schisteux, il est vrai, qui sont en contact par renversement avec les grès éocènes. Voici la coupe que je retrouve sur mon carnet (Voir Fig. 1).

Sans doute, il est possible que les trois premières cuvettes soient des anticlinaux en éventail, et il est possible qu'au sud le contact

des calcaires avec l'Eocène soit anormal. Je ne mentionne ces hypothèses peu vraisemblables que pour faire à M. Fournier le maximum de concessions possibles. Il n'en resterait pas moins exact que le calcaire se présente sous forme de synclinaux et non d'anticlinaux.

Fig. 1. — Coupe entre Passanaour et Ananaour (20 kil. environ).

a, Calcaires schisteux, blancs et roses ; *b*, Calcaires blancs, plus compacts : *E*, Eocène, avec Nummulites ; *Ti*, Klippe tithonique ; ×, Point où a été trouvée l'Ammonite (*Acanthoceras* ?).

L'Ammonite que le Congrès a trouvée, n'a pas été recueillie à Ananaour, mais à plusieurs kilomètres au nord, dans des terrains tout semblables à ceux du reste de la bande. Le prétendu anticlinal d'Urgonien qu'invoque M. Fournier n'a rien à faire dans la question, puisqu'il passerait à Ananaour même ou un peu au sud. M. Fournier a grand tort de *maintenir absolument* une attribution absolument contredite par une trouvaille paléontologique qui a eu cinquante géologues pour témoins.

Enfin, dit M. Fournier, « ce n'est pas par la ressemblance lithologique avec une série sans fossiles au sud de Tiflis, que j'ai classé cette bande dans l'Eocène inférieur ». Si l'on se reporte à la thèse de M. Fournier, voilà tout ce qu'il y dit (p. 174) des rapports stratigraphiques de la bande en question : « dans toute cette région, il (l'Eocène inférieur) plonge par renversement sous les schistes argileux du Lias. Plus à l'ouest, on le voit plonger en certains points sous les calcaires urgoniens du lac Ertso ; à l'est, il s'appuie par renversement sur les schistes argileux de l'Eocène supérieur ». Personne ne peut prétendre, je suppose, que le fait de plonger sous le Lias ou sous l'Urgonien constitue un argument déterminant pour classer une série dans l'Eocène inférieur ; il ne reste donc bien que le fait de la ressemblance avec la série du sud. Il est vrai que M. Fournier nous dit aujourd'hui : « dans la région du lac Ertso, les couches de cette même bande sont pincées dans les synclinaux crétacés ». Il ne nous le dit pas comme un fait nouveau, mais comme un fait que j'aurais dû connaître et dont j'ai eu tort de ne pas tenir compte. Or, ni à l'endroit cité, ni à la coupe du lac Ertso

(p. 146), ni dans aucun autre point de la thèse, on ne trouve rien de semblable. M. Fournier se cite lui-même inexactement et m'accuse ensuite d'inexactitude.

Je demande maintenant la permission, puisque je me suis laissé amener à une discussion que j'aurais préféré éviter, d'examiner sommairement les notes que notre confrère a publiées dans le *Bulletin* sur plusieurs massifs des environs de Marseille.

Les deux premières de ces notes concernent le massif d'Allauch et la Sainte-Beaume. Elles inaugurent un système nouveau parmi nous, système que M. Fournier a malheureusement aussi appliqué dans sa thèse. Ce système consiste à se mettre en règle avec ses prédécesseurs en rendant au début pleinement justice et hommage à leurs travaux, puis à se croire ainsi dégagé de l'obligation de faire dans l'exposé la part de ce qui est nouveau et de ce qui est déjà connu. C'est de très bonne foi sans doute que M. Fournier simplifie ainsi sa rédaction; pressé d'arriver à l'explication théorique, qui est le but principal de ses notes, il n'attache, pour le détail, qu'une importance secondaire aux questions de priorité. Si peu importantes en effet que soient en général ces questions, il y aurait pourtant intérêt à ne les pas trop obscurcir. Il y aurait surtout intérêt à indiquer au lecteur où sont les arguments nouveaux et en quoi ils modifient l'état du problème à résoudre.

En fait, pour Allauch, M. Fournier a vu mieux qu'on ne l'avait vu avant lui, mais encore très imparfaitement, les affleurements des environs de la Treille et de Martelleine, et il a trouvé là une coupe importante qui suffit à donner une véritable valeur à son travail (quoique pour ma part je ne puisse admettre l'explication qui en est donnée) ; il a le premier signalé l'existence du Trias à Eoures : mais, je regrette de dire que c'est à peu près tout. Il y a encore la discussion de la place exacte de la faille qui, à l'ouest des Gavots, met en contact deux traînées de dolomies du Jurassique supérieur, celles de la base du massif central resté en place et celles de la bande tourmentée qui l'entoure ; c'est un point de peu d'importance. Pour le chapeau du Garlaban, tout ce qu'en dit M. Fournier pouvait se déduire des coupes et cartes publiées, et pour le petit lambeau de Trias qui repose sur le Crétacé, au N. E. d'Allauch, il est déjà mentionné dans ma note (p. 16), où, il est vrai, je ne parle que de dolomies et non des marnes rouges du Trias, qui existent réellement.

Si j'oublie quelque chose, cela ne fera que montrer combien il est difficile, même pour ceux qui connaissent le pays, de faire ces sortes de départs quand l'auteur ne les a pas faits lui-même. Pour

tout le reste, je n'ai vu que la reproduction, sous une forme à peine modifiée, de coupes et de faits déjà connus. Par contre, un grand nombre de ceux que j'avais indiqués comme prêtant encore à des difficultés d'interprétation, sont passés sous silence.

En ce qui regarde la note sur la Sainte-Beaume, je n'ai rien à dire de la première partie, où les faits connus sont bien exposés, bien complétés, et même, je crois, heureusement modifiés pour la région qui est à l'ouest et au nord-ouest du Baou de Bretagne. Quand on arrive à la partie que je considère comme étant en recouvrement, M. Fournier croit avoir tout terminé en montrant en un point la continuité de termes que j'avais attribués, les uns à la série en place, les autres à la série chevauchée. Cela prouverait seulement que j'ai mal placé la continuation, d'ailleurs difficile à suivre sur le terrain, de la faille du Plan d'Aups. M. Fournier a en outre reconnu les poudingues supracrétacés à Saint-Geniez ; il a suivi le Danien ligniteux (Valdonnien ou Fuvélien ?) 5 kilomètres au-delà du point où il était connu ; il a trouvé, entre les Bosqs et les Etiennes, des blocs d'Infralias englobés dans le Danien. Ce sont là certainement des faits intéressants, mais qui ne peuvent rien prouver pour la solution finale, et en dehors de ces faits, dans la région dont l'étude était à reprendre si l'on voulait modifier la solution admise, je ne trouve que la reproduction d'observations déjà connues. Tous les voyages que j'ai faits dans la Sainte-Beaume depuis mes publications m'ont montré des coupes nouvelles, parfois assez inattendues et difficiles à expliquer. Toutes ces coupes encore non publiées ont échappé à M. Fournier ; par contre, il découvre, chemin faisant, la transgression du calcaire à Hippurites, déjà si bien mise en lumière par M. Collot ; il découvre aussi la sinuosité des plis, l'ondulation transversale, la faille de décrochement à l'ouest de la Sainte-Beaume, comme il avait découvert l'*évagination* (je n'avais dit que l'*invagination*) du pli de Peipin. J'avais proposé et imprimé toutes ces hypothèses, pour essayer de grouper les difficultés vraiment déroutantes de cette région ; j'ajoute, sans insister, que la continuation de mes études, comme je l'expliquerai prochainement, me les a toutes fait abandonner.

J'arrive à la troisième note de M. Fournier « sur la tectonique de la chaîne de l'Etoile ». Je ne connaissais la région que par quelques courses faites autrefois avec M. Collot. Dans un récent voyage auprès de Marseille, j'ai eu l'occasion de l'étudier plus en détail et d'examiner les coupes que M. Fournier en a données. Je reconnais que la région est très compliquée, mais la carte très

consciencieuse de M. Collot, que M. Fournier cite à peine, fournissait un bon point de départ. M. Fournier n'a vu aucun des points oubliés sur cette carte, et tout ce qu'il y a ajouté est inexact.

Je laisse de côté les quatre premières coupes, où la bande de Trias (coupe III) est représentée avec une largeur très exagérée ; ce n'est là qu'une bande filiforme, de quelques mètres de largeur au plus, et un peu plus à l'est elle est séparée de la série normale voisine par des calcaires blancs du Jurassique supérieur. Mais, si nous arrivons à la coupe V (par le Verger, deux kilomètres des Bastidonnes), le Verger, marqué sur l'Aptien, est sur le Néocomien, comme l'indique bien la carte de M. Collot; les rochers qui font suite ne sont pas urgoniens ; ils ne forment pas une masse verticale unique, mais une série de plis, dans le centre desquels apparaissent les marnes valanginiennes. Autour du Trias, il n'y a pas trace d'Infralias, et au sud de la faille on trouve les marnes néocomiennes fossilifères. Mais peut-être là, pourrait-on dire, la place de la coupe n'étant pas repérée avec précision, nos observations n'ont pas été faites suivant la même ligne. Prenons alors la coupe VI qui, passant au col de Jean-le-Maître, ne prête pas à la moindre ambiguité. Je donne la coupe de M. Fournier en regard de celle que j'ai observée.

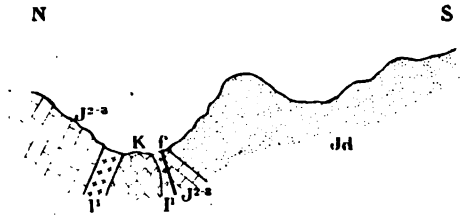


Fig. 2 *bis*. — Coupe VI de la note de M. Fournier sur la chaîne de l'Etoile (*B. S. G. F.*, t. XXIV, p. 258).

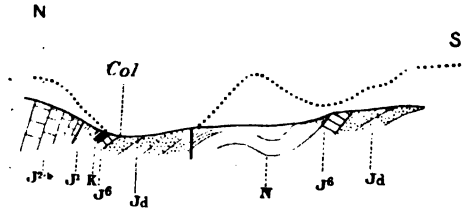


Fig. 2. — Coupe du col de Jean-le-Maître.

K, Keuper; L, Infralias; J^1, Callovien; J^{2-4}, Oxfordien et calcaire gris clair; J^d, Dolomies; J^6, Calcaires blancs ; N, Néocomien.

Le Trias, momentanément interrompu, n'est représenté que par quelques blocs de cargneules ; il n'y a pas d'Infralias ; ce qui borde le Trias au sud, ce sont des dolomies du Jurassique supérieur associées à des calcaires blancs. Et au sud de ces calcaires s'étend une bande de Néocomien fossilifère, avec nombreux *Toxaster*.

La coupe VIII est tout à fait incompréhensible, à moins qu'elle

ne soit prise tangentiellement à la bande de Trias, de manière à la recouper deux fois, grâce à une légère sinuosité. Les deux coupes suivantes ne ressemblent pas davantage à ce qu'on peut voir sur le terrain. Je mets en regard la coupe IXbis (Chapelle de St-Germain), avec celle que j'ai relevée un peu à l'est, auprès du ravin de Venel.

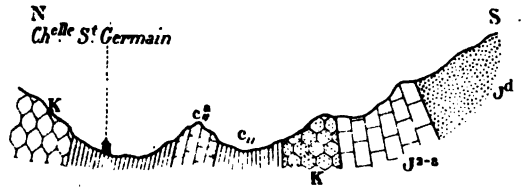


Fig. 3 *bis*. — Coupe IX *bis* de la note de M. Fournier sur la chaîne de l'Etoile (*B. S. G. F.*, t. XXIV, p. 259).

J'ai été surtout surpris en visitant la colline des Trois-Frères. « Ce mamelon, dit M. Fournier, qui surgit comme un *klippe* au milieu de la plaine aptienne de Saint-Germain, est constitué par des dolomies et des calcaires infraliasiques ; il a été omis sur la carte géologique au $\frac{1}{80000}$ et sur celle dressée par MM. Gouret et Gabriel, qui indiquent l'un et l'autre de l'Aptien en ce point ». M. Collot, MM. Gouret et Gabriel, ont très justement indiqué de l'Aptien en ce point, parce qu'il s'agit en effet d'un calcaire aptien (probablement de la base de l'Aptien) avec grandes huîtres (*Ostrea aquila ?*) et débris de fossiles qui, quoique non déterminables, ne laissent aucun doute sur l'âge crétacé. La texture cristalline ou spathique des calcaires suffirait d'ailleurs à empêcher toute hésitation ; jamais il n'y a rien eu de pareil dans l'Infralias de la région. D'où vient donc l'erreur de M. Fournier ? M. Vasseur m'a montré dans un mur, au pied nord de la colline, quelques blocs de cargneules, et il n'est pas impossible qu'il y ait là une bande filiforme de Trias, comme il y en a plusieurs exemples dans la région. Je n'ai pas recherché si cette bande affleurait réellement, parce qu'on nous a dit que ces pierres devaient provenir du vieux château dont les ruines couronnent la colline. Mais jusqu'à preuve du contraire, j'aime mieux croire que M. Fournier aura réellement découvert un

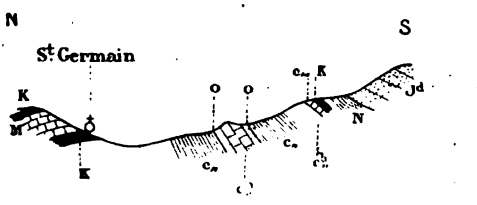


Fig. 3. — Coupe par Saint-Germain.

M, Muschelkalk ; K, Keuper ; J^2-3, Oxfordien ; J^d, Dolomies ; N, Néocomien ; c_{n}, Urgonien ; c_{n}, Aptien (c^b_{n}, Aptien inférieur ; c^s_{n}, Calcaires gréseux) ; o, Couche à Orbitolines.

petit affleurement triasique et que, sans chercher davantage, il aura étendu le résultat à toute la colline (coupe XI). Et ce qui est presque moins excusable, c'est que M. Fournier va chercher dans cette observation hâtive un argument en faveur de ses idées théoriques.

La coupe de la Montagne de Notre-Dame-des-Anges me paraît mal interprétée, mais sans inexactitude du même genre. Par contre, dans celle de Château-Gombert, l'Infralias est du Néocomien fossilifère.

Je suis heureux d'ajouter pour terminer que la dernière note de M. Fournier « sur la tectonique de la Basse-Provence » ne mérite pas les mêmes reproches (1) ; ou du moins il y fait connaître plusieurs faits nouveaux et intéressants, découverts par lui et par M. Bresson. Quant à l'interprétation de ces faits et de beaucoup d'autres non moins étranges en apparence, j'espère pouvoir bientôt la présenter à la Société, en l'entretenant à un autre point de vue des mêmes régions.

(1) Je veux pourtant faire une dernière remarque sur les procédés de discussion de M. Fournier. Il dit là qu'il n'a jamais regardé le Trias de Fontanieu comme une bifurcation du pli principal, alors que dans la note à laquelle j'avais fait allusion (C. R. des excursions faites en Provence), on lit, p. 31 : « Le Trias de Fontanieu est indiscutablement le même que celui qui est au sud du Grand Cerveau. *Nous aurions donc là deux zones anticlinales se réunissant en une seule à mesure qu'on s'avance vers l'ouest. Ce phénomène de bifurcation et de soudure des anticlinaux, que nous indiquons dans le schéma ci-dessous, est un phénomène excessivement fréquent en Provence* ». Et la figure à laquelle il renvoie montre sans ambiguïté le Trias de la Pointe Grenier se bifurquant entre le Trias de Fontanieu et l'axe triasique de l'anticlinal principal.

Séance du 28 Février 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée, avec une rectification demandée par M. Marcel Bertrand (1).

Par suite de la présentation faite à la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. **Allard**, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Voreppe (Isère), présenté par MM. Kilian et Lory.

Il annonce deux présentations.

Le Président présente à la Société le dernier fascicule du Bulletin de l'année 1897, qui vient de paraître.

M. **F. Bernard** présente deux notes : 1° *Etudes comparatives sur la coquille de Lamellibranches*. Genres *Philobrya* et *Hochstetteria* ; 2° *Sur quelques coquilles de Lamellibranches de l'île Stewart*.

Ces notes se rapportent à des coquilles vivantes : elles peuvent intéresser les paléontologistes par le fait que les premiers de ces genres paraissent des formes attardées de types siluriens, très importants, la famille des Ambonychiidés, intermédiaires entre les Mytilidés et les Aviculidés.

M. **Albert Gaudry**, en déposant sur le bureau un travail de M. Joly, s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique, au nom de M. G. Joly, vétérinaire à l'Ecole de Cavalerie, une note intitulée : *De la solipédisation des Equidés dans les temps actuels*. Cette note renferme des remarques qui me semblent ingénieuses. On sait que la solipédisation des Equidés s'est produite très lentement pendant les temps géologiques. Au commencement du Tertiaire, aucun animal n'avait des pattes de Solipèdes ; les Mammifères dominants étaient les Amblypodes et les Condylartrés à cinq doigts. A la fin de l'Eocène, la plupart des Ongulés n'ont plus que trois ou quatre

(1) Page 19, ligne 29, C. R. sommaire, séance du 7 février 1898, au lieu de : Il montre que c'est M. Fournier qui le cite..., *lire* : Il montre que c'est M. Fournier qui se cite.

doigts. Chez les *Anchitherium* du Miocène moyen, les doigts latéraux se rétrécissent ; ils diminuent encore plus chez les *Hipparion* du Miocène supérieur, encore plus chez les *Equus* pliocènes ; les os du tarse subissent des atrophies en même temps que ceux du métatarse. Suivant M. Joly, l'homme continuerait l'œuvre des temps géologiques ; en tâchant d'obtenir par sélection des chevaux de plus en plus coureurs, il a fait des chevaux à canons très allongés, avec des deuxième et quatrième métatarsiens soudés au canon et souvent avec des os du tarse en partie soudés ensemble. Mais ces simplifications, en donnant de la force, enlèvent la flexibilité et contribuent à produire les tares appelées suros et éparvins, de sorte que le perfectionnement même du type coureur entraîne son amoindrissement et justifie ces mots qui m'ont été inspirés par l'étude des Vertébrés fossiles : *L'épuisement d'un type est en général d'autant plus complet que son épanouissement a été plus magnifique.*

QUEL EST L'AGENT DU TRANSPORT DES CAILLOUTIS ALPINS DANS LE PLIOCÈNE SUPÉRIEUR DE LA DOMBES ET DE LA BRESSE

par M. **BOISTEL.**

Une nappe presque continue d'alluvions à galets alpins couvre, sous le glaciaire, la Dombes tout entière de Lyon à Bourg, et la partie sud de la Bresse, jusqu'à la hauteur de Treffort à l'est et de Pont-de-Vaux à l'ouest (V. la carte, fig. 3, p. 71). Plus au nord, on ne trouve en Bresse, dans les alluvions superficielles, que des chailles jurassiques, et enfin dans la partie tout à fait septentrionale s'étendent des cailloutis d'origine manifestement vosgienne (1). La nappe de galets d'origine alpine, qui fait l'objet de ce travail, atteint par places jusqu'à 40 mètres d'épaisseur ; elle est souvent réduite à un mètre et même moins. La question de savoir quel est l'agent de transport qui a pu, à l'époque du Pliocène supérieur amener sur une si vaste surface une pareille masse de galets, dont la grosseur moyenne est supérieure à celle du poing et qui atteignent souvent la dimension d'une tête humaine, a de tout temps préoccupé les géologues. Dans leur très savant ouvrage sur *les Terrains tertiaires de la Bresse* (2), MM. Delafond et Depéret, en éliminant les conjectures trop éloignées des faits observés actuellement, telles que l'origine marine de ces dépôts dont ils ont fait bonne justice ailleurs, ramènent à trois hypothèses les explications proposées : 1° un ancien cône de déjection du Rhône ; 2° le démantèlement du Miocène supérieur ; 3° le charriage par l'Ain, le Suran et divers torrents des cailloux apportés sur les contreforts du Bugey occidental par des glaciers pliocènes. Et ils se prononcent par des conclusions motivées en faveur de cette dernière hypothèse.

C'est une grande témérité de venir combattre les solutions d'un ouvrage où nous avons tous puisé, les simples amateurs aussi bien que les plus savants, tant de notions exactes et précises sur une

(1) V. la carte donnée par MM. Delafond et Depéret. *Gîtes minéraux de la France*. Terrains tertiaires de la Bresse, p. 220.

(2) P. 225 et 226.

région jusqu'alors à peine débrouillée ; où, par le résumé d'une masse énorme de documents épars et par des observations nouvelles très sagaces, les auteurs sont parvenus à nous mettre sous les yeux un tableau parfaitement harmonieux de tous les résultats acquis pour la science. Mais c'est précisément le sort de ces grandes œuvres synthétiques, c'est aussi leur honneur insigne de servir immédiatement de point de départ à de nouveaux travaux, de susciter la discussion sur les problèmes dont ils rajeunissent les données et d'imprimer ainsi une impulsion féconde aux recherches.

Je voudrais ici très modestement exposer les raisons qui me paraissent militer en faveur d'une solution voisine de l'une de celles qui ont été écartées par les savants auteurs du mémoire sur la Bresse. Ils se refusent à admettre que la Dombes ait été constituée par un immense cône de déjection formé par le Rhône à son débouché dans la cuvette bressane (1). Et la « *raison absolument démonstrative* » par laquelle ils réfutent cette hypothèse c'est que « la Dombes n'est pas uniquement constituée par des cailloutis, comme on le croyait jadis ; que le substratum est formé par les marnes et sables du Pliocène inférieur sur lequel les cailloutis ne forment qu'une couverture ». Mais ils omettent de discuter l'hypothèse d'après laquelle cette couverture seule aurait été formée par les alluvions pliocènes et anté-glaciaires du Rhône. Il ne s'agirait plus, dans cette hypothèse, d'un cône de déjection, mais d'un alluvionnement progressif d'un grand fleuve déplaçant son lit sur un sol relativement plat. Il est manifeste que l'existence en profondeur des marnes et sables du Pliocène inférieur ne serait plus démonstrative contre cette nouvelle solution. Par suite, une discussion spéciale et plus approfondie de l'hypothèse ainsi présentée devient nécessaire. C'est cette discussion que j'ai tentée ; elle m'a paru devoir conduire à des conclusions entièrement favorables. Cette explication est à la fois plus simple et plus conforme aux faits observés, à ceux même constatés par les maîtres éminents que je me permets de combattre, assuré d'ailleurs que l'un d'eux au moins ne répugnait pas *a priori* et d'une manière absolue à une solution de ce genre.

I

La première considération qui se présente, c'est qu'il semble inutile de recourir à un autre véhicule lorsqu'on a sous la main un

(1) *Op. cit.*, p. 225.

agent de transport aussi puissant et aussi direct que le Rhône (1), un agent qui avait déjà fait preuve de sa puissance pendant les périodes géologiques antérieures. Si, en effet, le Rhône a pu, pendant la durée du Pliocène moyen, creuser son lit à dix mètres au moins au-dessous de son niveau actuel (soit environ à 170 ou 180m) et le remblayer ensuite jusqu'à l'altitude de 280 à 290m (2), il était bien capable de charrier tous les éléments qui composent le cailloutis superficiel de la Dombes. S'il a pu s'élever à cette hauteur, c'est-à-dire jusque près du sommet des plateaux dont il s'agit (3), il a bien pu atteindre ce sommet et le couronner lui-même, en continuant à l'époque du Pliocène supérieur l'action qu'il avait commencé à exercer pendant le Pliocène moyen. Il n'y a aucune raison pour supposer que sa puissance ait été modifiée entre ces deux périodes. La coupe schématique donnée à la page 218, de « *La Bresse* » est particulièrement instructive à cet égard et nous deman-

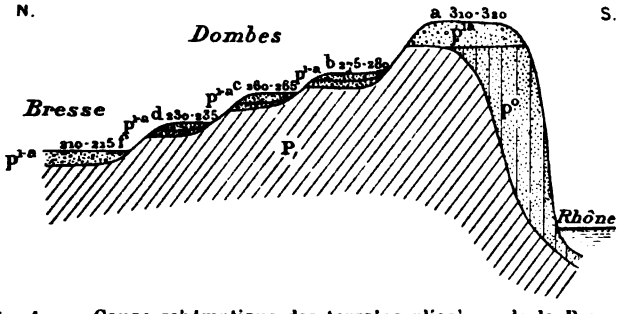


Fig. 1. — Coupe schématique des terrains pliocènes de la Bresse.
p^{1a}, Cailloutis et sables; p^{o}, Graviers de Meximieux; P, Pliocène inférieur; a, b, c, d, f, Terrasses successives.

dons la permission de la reproduire en faisant seulement observer, conformément aux explications qui l'accompagnent, que les hauteurs sont considérablement exagérées par rapport aux longueurs.

Puisque le Rhône a pu accumuler le Pliocène moyen jusqu'au

(1) Je l'appelle le Rhône, quoiqu'il soit possible que la partie supérieure du fleuve actuel se déversât dans le Rhin, au sortir du Valais. Pour la région qui nous occupe c'est toujours le même fleuve que le Rhône actuel, avec, en moins, le tribut venu du Valais.

(2) V. *Les terrains tertiaires de la Bresse*, surtout le résumé et la figure de la page 188.

(3) V. *ibid.* On admet même que ses dépôts du Pliocène moyen se sont élevés à 10 à 20 m. de plus et ont pu être arasés ensuite avant le dépôt du cailloutis postérieur.

sommet du placage accolé aux marnes inférieures et noté p^o, pourquoi ne pas admettre qu'il ait pu, soit immédiatement, soit après un intervalle plus ou moins long marqué par un déplacement horizontal de son lit (v. *infrà*), déposer également les couches de p^{1a}, qui sont superposées au dépôt précédent et présentent d'ailleurs beaucoup moins d'épaisseur. Et, une fois couronné et franchi le sommet le plus élevé des marnes plaisanciennes *P*, il a certes pu continuer à progresser vers la gauche de la figure, c'est-à-dire vers le nord, se déverser sur le flanc du plateau, et, recommençant sur ce versant son travail d'érosion, accompagné d'alluvionnement, former successivement les terrasses *b*, *c*, *d*, *f*. A ce moment critique du « progrès de ses eaux », comme on disait au siècle de Boileau, on peut affirmer que le moindre banc de sable formé par lui-même, presque un simple caillou, pouvait le faire déverser vers sa rive droite aussi bien que vers sa rive gauche et lui ouvrir la porte de la Dombes.

Enfin si l'on voulait tirer objection, non plus de l'épaisseur, mais de l'extension horizontale des dépôts, et dire (1) que « l'ampleur du cône de déjection qu'il faudrait supposer est telle que de prime-abord il semble peu rationnel d'admettre un phénomène aussi exceptionnel et aussi grandiose » il serait aisé de faire valoir que les cailloutis des plateaux du Bas-Dauphiné, rapportés par tous les auteurs à la même époque, présentent bien une surface au moins aussi considérable, avec une épaisseur généralement plus grande. S'il faut, pour ajouter les plateaux de la Dombes à ceux du Dauphiné, doubler la durée de la période consacrée à leur recouvrement commun, on sait que ce n'est pas une difficulté de nature à arrêter le géologue. C'est là d'ailleurs un point sur lequel il y aura lieu de revenir.

II

En présence d'une explication aussi plausible en elle-même, pourquoi s'embarrasser de l'hypothèse de glaciers pliocènes, apportant les cailloutis sur les sommets ou dans quelques vallées du Bugey, pour les faire reprendre par des torrents dont on ne détermine ni l'origine, ni la puissance ? Lorsqu'on a sous la main une voie d'importation directe, pourquoi recourir à un transit, à une escale qui ne présente aucune facilité de plus ?

Les glaciers pliocènes ont-ils existé sur ces sommets ? On n'aper-

(1) *Op. cit.*, p. 225.

çoit aucune raison pour laquelle ces glaciers auraient suivi d'autres voies que les glaciers quaternaires. Car on ne signale, ni dans le Jura, ni dans les Alpes, aucune modification géologique importante, ayant changé les grandes lignes du relief des montagnes entre le Pliocène et le Pléistocène. Alors, c'est encore le Rhône qui sera l'agent du transport ; seulement, il aura travaillé à l'état solide au lieu de travailler à l'état liquide et il n'aura fait que la moitié de la besogne. Quel avantage trouve-t-on à cette complication ? Les matériaux dont nous parlons auront suivi la même voie dans un cas comme dans l'autre. Ils auront été conduits par la vallée même du Rhône, au moins jusqu'à Culoz, peut-être jusqu'à la cluse de Lagnieu. Car, si le glacier pleistocène n'a pas été assez épais pour franchir les sommets les plus élevés du Bugey, s'il a dû les contourner, comme l'ont démontré MM. Falsan et Chantre (1), quelle probabilité que les glaciers pliocènes se soient élevés plus haut, eux qui n'ont pu sortir des montagnes et n'ont envahi ni la Bresse, ni la Dombes, suivant les termes même de l'hypothèse que nous discutons ? S'ils sont arrivés jusqu'à la cluse de Lagnieu, pourquoi ne pas les faire déverser directement sur la Dombes ? Pourquoi les faire remonter inutilement vers le nord le long des contreforts du Bugey ? Pourquoi les envoyer faire un stage absolument imaginaire sur des hauteurs qui n'en portent aucune trace ? Les auteurs de l'hypothèse supposent plus probablement qu'ils sont venus à travers le massif montagneux. Ils auraient alors suivi à peu près le chemin qu'a adopté, à partir de Culoz, une branche du glacier quaternaire, par la combe du Val et la vallée de l'Oignin. Il sera alors difficile d'expliquer le choix exclusif de ce détour compliqué, alors qu'aucun obstacle constaté ou même allégué ne les empêchait de suivre tout simplement la vallée du Rhône. Cette voie qui comporte des altitudes de 800^{m} au minimum ne peut se concevoir que comme un accessoire de la voie principale par la vallée du Rhône devenue insuffisante.

Mais, l'objection capitale contre l'hypothèse que je combats, c'est qu'elle est une pure hypothèse, alors pourtant que des faits précis pourraient et devraient la confirmer si elle s'était réalisée effectivement. On devrait trouver sur les hauteurs du Bugey des moraines pliocènes ; les savants auteurs dont je discute l'opinion le reconnaissent eux-mêmes (p. 227-228). Et ils avouent en même temps n'en avoir rencontré aucune trace sur la bordure jurassienne de

(1) Monographie des anciens glaciers.

la Bresse. Quant au reste du Bugey et à la Savoie, le temps leur a fait défaut pour tenter cette partie de la démonstration (*ibid.*). Mais, la tentative qu'ils n'ont pu faire eux-mêmes avait été déjà réalisée par d'autres. MM. Falsan et Chantre, notamment, dans leur grand ouvrage sur la *Monographie des anciens glaciers* ont signalé avec le plus grand soin tous les vestiges que les glaces avaient pu laisser dans la région considérée ; ils ont catalogué tous les blocs erratiques, relevé toutes les moraines et les simples traces laissées sur les roches. Certainement, si quelque indice avait pu révéler l'âge pliocène des phénomènes, il ne leur aurait pas échappé. Non pas, dirons-nous, qu'on puisse affirmer l'impossibilité dans l'avenir de trouver aucune preuve en ce sens ; l'exemple des progrès incessants des recherches géologiques impose une extrême prudence pour une affirmation de ce genre. Mais, ce qu'il est nécessaire de constater, c'est que, jusqu'à ce jour, l'enquête a donné un résultat purement négatif, et que dans l'état actuel de la science, il n'y a pas de démonstration possible pour la région qui nous occupe.

Qu'on ne se méprenne cependant pas sur la portée des conclusions négatives que je formule en ce qui concerne les glaciers pliocènes. Ce qui me paraît acquis jusqu'à présent, c'est qu'il n'y a pas eu à l'époque pliocène une extension ni une élévation des glaciers comparable à celle de la période pléistocène; c'est que les glaciers n'ont pas débordé de la région montagneuse sur la plaine de la Dombes et de la Bresse ; c'est qu'ils ne sont pas sensiblement sortis du thalweg des grandes vallées alpines ou jurassiennes. Mais, j'adhérerais au contraire volontiers à la doctrine émise par MM. Falsan et Chantre, plusieurs fois formulée par MM. Delafond et Depéret, de la progression successive et constante des glaciers alpins pendant toute la période pliocène, amenant les glaciers peut-être jusque dans la cluse de Lagnieu, donnant au Rhône le régime d'un torrent sous-glaciaire jusque dans le voisinage de la Dombes, et lui permettant de charrier les « galets volumineux qui constituent les cailloutis de Meximieux et de Montluel dès l'époque du Pliocène moyen » (1). J'admettrais par suite très facilement que ce régime s'est maintenu pendant l'âge du Pliocène supérieur et que la glace a pu amener jusqu'à la porte occidentale du Bugey les éléments que le Rhône a ensuite étalés sur toute la surface de la Dombes. Je ne vois, en ce qui concerne la région que

(1) Delafond et Depéret, *loc cit.*, p. 227. V. aussi Falsan et Chantre, Monographie des anciens glaciers, et Boistel, Structure de la colline de St-Denis-le-Chosson. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 304.

nous étudions spécialement, aucune objection contre cette explication ; elle me paraît au contraire très plausible. Il resterait seulement à savoir si les observations faites dans la région montagneuse ne viendraient pas contredire cette solution (1).

III

L'hypothèse des glaciers pliocènes couronnant les sommets et les contreforts du Bugey soulève encore une autre objection très grave. Elle est tirée de l'énorme masse de matériaux qu'il faudrait amener en ces points pour fournir, par une dissémination ultérieure, une couverture d'une épaisseur suffisante à l'immense surface que présente la partie sud de la Bresse et la Dombes tout entière et qui ne mesure pas moins de 60 kil. dans chaque sens. S'il a paru difficile d'en attribuer le transport au Rhône, combien n'est-il pas plus embarrassant de les suspendre momentanément à cette hauteur ! On ne saurait supposer que cet énorme cube de matériaux ait été accumulé en même temps sur le flanc de ces montagnes. Quelque long que l'on imagine le front de développement de ces moraines (et il ne peut guère dépasser 25 à 30 kil., en comptant de Pont d'Ain à Treffort), quelle épaisseur et quelle largeur ne faudrait-il pas leur supposer pour fournir les éléments d'un revêtement d'un mètre seulement sur la surface où ils auraient été étalés ensuite ! Mais la théorie des savants auteurs de « *La Bresse* » peut s'entendre en ce sens que les glaciers, ayant stationné fort longtemps sur le versant occidental du Bugey, ont incessamment pendant cette période considérable apporté des matériaux nouveaux qui ont été à mesure enlevés par les torrents (2). Alors une autre objection se présente, si l'on ne se résigne pas à faire abstraction complète des lois qui président actuellement au transport des sables et galets par les glaciers. Il ne s'agit pas en effet de gros blocs anguleux qui auraient dû nécessairement voyager à la surface de la nappe de glace pour arriver intacts à destination. Ce sont de menus débris ou des blocs moyens, arrondis et émoussés par une longue trituration, et appartenant nécessairement à la moraine profonde, et non pas aux moraines superficielles et latérales. D'ailleurs, sans vouloir discuter à fond l'influence que peut avoir sur les allures d'un glacier sa

(1) Elle est, au contraire, adoptée complètement et même le commencement du phénomène est reporté jusqu'à la période nummulitique par M. Douxami dans ses « Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse méridionale », 1896, p. 244.

(2) V. Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 227.

libre expansion dans une région relativement plate ou dont il a recouvert toutes les saillies (1), il est facile de concevoir que les moraines latérales pourront difficilement subsister dans de pareilles circonstances. Le défaut de parois encaissantes supprimera tout aliment nouveau à ces moraines et les anciens matériaux ne se maintiendront guère à la surface pendant les longues années (ou les siècles) qu'il leur faudra pour atteindre la fin de leur course : les dégels diurnes et estivaux, les crevasses les amèneront tôt ou tard à rejoindre la moraine profonde. Cela étant, il faudra nécessairement reconnaître que bien peu des matériaux transportés arriveront aux crêtes que l'on suppose couronnées par les glaciers. Sans doute ils peuvent, sous la poussée de la glace, remonter les pentes, mais une grande partie doit rester en route et comme, forcément, la plus grande épaisseur de glace suit les thalwegs de la surface recouverte, ce sera encore dans le sens de ces thalwegs que s'exercera la poussée la plus puissante, la plus rapide et la plus prolongée. Et c'est nécessairement à l'extrémité des vallées les plus considérables et les plus ouvertes que se produira la plus grande accumulation des matériaux. C'est donc encore beaucoup plus au débouché de la cluse du Rhône que sur les crêtes qu'il faudra chercher le principal apport du glacier pliocène et la contribution fournie par les contreforts du Bugey doit apparaître comme extrêmement minime et tout à fait disproportionnée avec la surface à recouvrir.

IV

Mais, supposons les matériaux amenés au lieu voulu, dans la quantité voulue et pendant toute la période nécessaire. Il n'y a de fait que la moitié du chemin. Il faut maintenant atteler au transport « l'Ain, le Suran et divers torrents ». Vont-ils pouvoir réaliser la fin du voyage ? J'en doute. D'abord ils sont trop. La force nécessaire est éparpillée d'une façon regrettable. Pour remuer un caillou de trois ou quatre décimètres cubes, j'ai plus confiance dans un bon gros torrent que dans dix petits et la quantité ne compense pas la qualité.

D'ailleurs, une discussion un peu attentive aura vite fait d'en diminuer le nombre. Le Suran et l'Ain absorberont vite tous les autres. En effet, la bordure occidentale du Bugey présente dans la région considérée, c'est-à-dire entre Pont d'Ain et Treffort, une disposition toute particulière : les crêtes dirigées du nord au sud

(1) Cette discussion fera peut-être ultérieurement l'objet d'une autre étude.

sont séparées par deux fossés profonds suivant la même direction, la vallée du Suran en première ligne, celle de l'Ain en seconde ligne (V. la carte fig. 3). L'arête la plus occidentale, celle qui domine immédiatement la Bresse et qu'on appelle le Revermont, a pour point culminant, dans la région étudiée, le signal de Cuiron au-dessus de Ceyzériat, qui atteint 594^{m} ; le *Rocher* au-dessus de Treffort ne s'élève qu'à 531^{m} (1). Le chaînon oriental, celui qui sépare le Suran de l'Ain, ne présente pas des cotes aussi considérables ; on trouve seulement 551 près de Meyriat et 534 près d'Hautecour ; plus au nord les sommets sont moins élevés. Le Revermont offre comme points bas le petit col que franchit le chemin de fer entre Ceyzériat et Villereversure (alt. 398^{m} au-dessus du tunnel), celui qui passe derrière le château de Jasseron et deux ou trois vallons vers Treffort et Cuisiat. Tel est le sol sur lequel, par hypothèse, seraient venus fondre les glaciers pliocènes.

Dans ces conditions, où pense-t-on qu'aient dû se former les torrents sous-glaciaires qui auraient emporté les débris des moraines? Puisqu'on suppose le glacier arrivé à l'extrémité de sa course, à son point de fonte, il faut bien admettre que celle-ci ne se sera pas opérée seulement sur l'extrême lisière ; que sur une largeur au moins de quelques kilomètres la température nécessaire à la fusion superficielle de la glace aura été atteinte. Dès lors, les eaux tombant verticalement par les fissures du glacier auront atteint, non pas seulement le versant occidental du Revermont, mais le versant oriental et la cuvette du Suran ainsi que les deux flancs de la vallée de l'Ain et elles auront été forcément recueillies par ces deux rivières. Une bien faible partie seulement aura été entraînée vers l'ouest, sur les dernières pentes du massif ou par les petits cols dont elles sont échancrées ; elle y aura formé de petits torrents qu'on peut imaginer beaucoup plus forts, mais non pas absolument disproportionnés avec les rivières qui actuellement prennent naissance en cet endroit ; ils auront été en tout cas absolument incapables de charrier jusqu'aux portes de Lyon les galets dont on veut expliquer l'origine. Supposerait-on que le glacier au lieu de fondre progressivement sur une certaine étendue serait venu se déverser, avec toute son épaisseur et avec toutes ses moraines, uniquement sur le versant occidental du Revermont, et aurait donné là naissance à un véritable fleuve qui aurait ensuite déblayé

(1) Un peu au nord, au-dessus de Cuisiat, on trouve une altitude beaucoup plus forte, 771 m., au signal de Nivigne. Mais il n'y a plus de galets alpins dans la Bresse, au nord de Treffort.

cet immense amoncellement de matériaux ? Cette hypothèse paraît bien peu conforme aux allures connues des glaciers, avec leurs progressions et leurs régressions incessantes déterminées par les variations du climat. Mais, d'ailleurs, comment imaginer que ce déblaiement ait été complet, absolu, n'ait pas laissé le moindre témoin des monceaux de cailloux striés accumulés d'abord? C'est par d'innombrables filets d'eau de fonte que ce grand fleuve aurait pu être formé, et tous ces filets auraient laissé entre eux quelques talus, quelques contreforts, comme on le voit dans tous les bassins de réception où des débris plus ou moins meubles sont entraînés par les eaux superficielles. Ce serait sur une épaisseur de 160 mètres au moins que l'érosion aurait dû s'exercer (v. *infrà*). Comment n'en trouverait-on plus aujoud'hui aucun vestige ? Car ce ne sont pas les très petits cônes de déjection signalés par MM. Delafond et Depéret, près du col séparant Ceyzériat de Villereversure ou vers Treffort (1) qui peuvent représenter le seul reste de cette énorme terrasse qui devait descendre jusqu'aux terrains du Pliocène inférieur formant alors le sol de la Bresse. Il est donc bien difficile d'admettre qu'un torrent sous-glaciaire quelque peu important ait pu se former en dehors du Suran et de l'Ain.

V

On rencontrera alors une autre difficulté suscitée par les questions de niveau, par la nécessité évidente d'une pente, et d'une pente assez rapide pour entraîner des galets volumineux jusqu'aux portes de Lyon, c'est-à dire à une distance de 60 kil. environ. Or, si l'on considère la surface actuelle du sol, on constate précisément une inclinaison notable en sens inverse, car les plateaux pliocènes les plus méridionaux, soit ceux qui avoisinent Sathonay, comme aux Echets, à Montanay (2), soit ceux de Chalamont (cote 318) s'élèvent jusqu'à la cote de 310-320^{m}, tandis que l'on trouve seulement des altitudes de 230 à 240^{m} entre Bourg et Pont d'Ain, altitudes descendant même à 210^{m} aux environs de Pont de Vaux. La coupe résumée reproduite plus haut (fig. 1), met bien en évidence cette contrepente, dont les détails sont encore mieux représentés par le profil plus développé de la page 207 de « *La Bresse* » (v. Fig. 2).

Pour obtenir une pente en sens inverse, du nord au sud, il faut

(1) V. *loc. cit.*, p. 216. — Ils me paraissent n'être que du glaciaire pléistocène épuisé rapidement à raison de sa faible épaisseur.

(2) V. aussi Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 206.

d'abord compenser la différence actuelle des niveaux, soit élever le sol entre Treffort, Bourg et Pont d'Ain de 80 à 90m, puis le surélever encore pour obtenir le plan incliné sur lequel les eaux auront coulé. Si l'on songe qu'il s'agit de rouler à 60 kil. de distance des galets qui dépassent souvent la grosseur d'une tête humaine, on sera porté à demander une pente double ou triple de celle des cours d'eau actuels. Contentons-nous de la pente actuelle ; c'est bien le minimum qu'on puisse exiger. Elle est (pour l'Ain, puis le Rhône) de 80m de Neuville sur Ain (250m), à Lyon (170m). Donc, pour aboutir à 320m au plateau de Sathonay, les cailloutis doivent être partis de 400m au moins dans la vallée du Suran et dans celle de l'Ain.

Pour le Suran, la différence de niveau n'est pas trop considérable. Sans doute, le synclinal qui constitue cette vallée était déjà complètement creusé dès le Miocène supérieur, puisque les marnes du Pontien ont pénétré non seulement jusqu'à la célèbre localité de Soblay, mais à 15 ou 16 kilomètres plus haut auprès de Villereversure (1). Mais ces marnes atteignent, au Noyer, commune de Bohas, 325m environ. En supposant qu'elles ont subi quelque érosion, on pourrait, avec 50m de cailloutis, atteindre la hauteur minima requise de 400m. Seulement, il y a lieu d'observer que ce n'est pas seulement une moraine de 50m qu'il faut supposer, car les torrents sous-glaciaires n'ont pas coutume de s'échapper par le sommet, mais par le pied des moraines. Ces 50m de cailloutis doivent être le produit d'un alluvionnement prolongé du torrent sous-glaciaire comblant toute la vallée, et le glacier doit s'être avancé *par-dessus*. Il faut ensuite que cet alluvionnement ait continué, soit par le bas de la vallée du Suran, soit par les cols

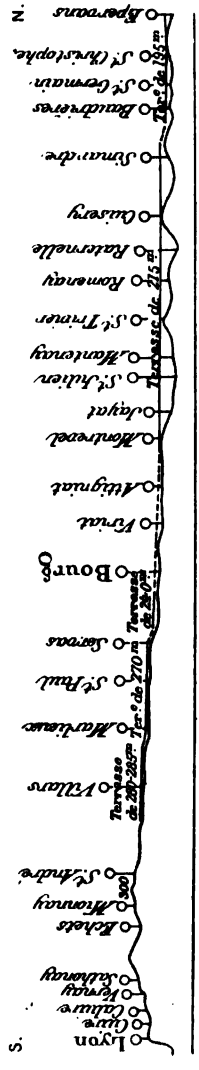


Fig. 2. — Profil du chemin de fer entre Lyon et Châlons-sur Saône.

(1) V. les recherches de notre confrère, M. l'abbé Beroud, dans Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 48.

du Revermont, dans les plaines de la Bresse et y ait atteint l'épaisseur de 160 à 170m sur une très vaste étendue; enfin, qu'il se soit poursuivi en diminuant d'épaisseur jusqu'à Lyon. L'effet paraîtra bien disproportionné avec la cause. Et de cette énorme accumulation il ne serait resté aucun vestige! Car il est reconnu par les savants auteurs que je combats, qu'il n'existe pas de galets pliocènes au-delà du bois de Fromente en remontant vers la vallée du Suran, et là ils atteignent tout juste l'altitude de 305m ; c'est aussi le même niveau (305 à 310) que les mêmes cailloutis présentent sur le plateau portlandien qui sépare le Suran de l'Ain, entre Neuville et Pont d'Ain. Il s'en faut de 100m qu'ils n'offrent la puissance voulue pour satisfaire aux exigences minima de l'hypothèse. Il faudrait donc soutenir qu'ils ont subi une dénudation de cette amplitude, alors que les dépôts de Sathonay et environs, labourés cependant par les glaciers pléistocènes, n'en auraient subi aucune. C'est pire, en un sens, que pour l'allégation relative à la présence des glaciers pliocènes dans la vallée du Suran. Ici les témoins ne manquent pas, mais ils témoignent positivement contre l'hypothèse mise en avant.

En ce qui concerne la vallée de l'Ain, l'insuffisance de niveau est encore bien plus considérable : elle atteint 150m. Car le cours de l'Ain se tient actuellement entre 250 et 260m depuis Neuville, en remontant jusqu'à Cize Bolozon, à peu près à la latitude de Treffort, et il avait très anciennement un niveau très peu différent. En effet, j'ai constaté sur la commune de Neuville, entre l'église et la cluse de la Colombière, l'existence d'un poudingue composé exclusivement de galets calcaires très roulés, qu'il faut nécessairement supposer antérieur à l'invasion de tout glacier dans la région, car il ne contient aucun caillou alpin, tandis que l'Ain actuel, à partir du point où il reçoit l'Oignin jusqu'à son embouchure, en charrie un nombre assez considérable. Ce poudingue est nécessairement pliocène puisqu'il ravine les marnes du Miocène supérieur, occupant une grande étendue dans ce cirque de Neuville. Il est au plus à 20m au-dessus du niveau actuel de la rivière, ce qui lui assigne au maximum une altitude de 270m. L'Ain avait donc avant le Pliocène supérieur, en tout cas avant l'arrivée d'aucun glacier, creusé sa vallée au moins jusqu'à cette altitude. Il aurait donc fallu une épaisseur de 150m de cailloux roulés au-dessous de son lit pliocène pour qu'il ait pu en charrier d'autres jusqu'aux portes de Lyon. Ce seraient ces 150m de galets qui auraient disparu, sans laisser la moindre trace dans sa vallée si encaissée et si contournée, qui pré-

sentait à chaque tournant des abris favorables à la conservation de quelques placages au moins du terrain de remplissage.

C'est aussi une épaisseur de 150m et même de 160, 170m qu'il faudrait attribuer aux alluvions, de l'autre côté de la vallée du Suran, sur toute la lisière du Revermont et qu'il faudrait supposer avoir disparu sans laisser aucune trace. On trouve au pied des montagnes, dans la plaine de la Bresse, les alluvions de cette époque à la cote de 250m au plus, butant horizontalement sur le flanc des montagnes jurassiques ; jamais elles n'ont été signalées plus haut. Et ici se précise l'argument donné ci-dessus, en ce qui concerne les cailloux glaciaires. Ce flanc des montagnes n'a été balayé par aucun grand cours d'eau parallèle à leur direction qui ait pu les nettoyer aussi complètement. C'est perpendiculairement à la chaîne jurassique que s'écoulent toutes les eaux pour se rendre à la Saône. Tous ces petits torrents laissent entre eux, à leur origine, des intervalles où leur érosion ne se fait sentir qu'indirectement, et qui seraient éminemment favorables à la conservation des alluvions plus anciennes ; or, on n'en constate aucun vestige. L'ingénieuse explication, par laquelle les auteurs de « *La Bresse* » montrent les affluents de la Saône déplaçant leur lit par suite des variations survenues dans celui de la rivière principale (1) et étendant ainsi leurs érosions sur une large surface, est très démonstrative pour toute la région voisine de leur embouchure. Mais l'amplitude de ces oscillations diminue nécessairement à mesure que l'on se rapproche de leur source et elle est nulle à leur point de départ, de sorte qu'elle ne saurait expliquer l'ablation complète de l'énorme terrasse que l'hypothèse exige au pied de la chaîne du Jura.

VI

Lorsque l'on étudie un cours d'eau, il y a lieu de considérer, non seulement son point de départ, sa pente et ses alluvions, mais encore son action érosive et les terrasses qu'il forme en y laissant encore des traces de son passage. Et, quand on recherche l'origine et la direction d'un cours d'eau disparu, d'un cours d'eau fossile, si je puis m'exprimer ainsi, il faut, pour reconnaître sa direction, tenir le plus grand compte de ces terrasses d'érosion. Il est manifeste *a priori* et confirmé par l'expérience que ces terrasses sont nécessairement parallèles aux rives du fleuve et que leur direction d'ensemble, abstraction faite des sinuosités de détail, indique sûre-

(1) Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 222-224.

ment la direction suivie par le cours d'eau. Or, si l'on se reporte aux deux coupes schématiques reproduites ci dessus (p. 59 et 67) et dirigées toutes deux à peu près du sud au nord, on constate facilement que les terrasses qu'elles recoupent toutes étaient nécessairement, dans cette partie médiane de la Dombes, dirigées de l'est à l'ouest (1). C'est exactement le contraire de ce qu'il faudrait pour qu'elles puissent être attribuées à un ou plusieurs torrents venant précisément du nord au sud, allant de Treffort et de Ceyzériat à Chalamont ou même à Sathonay, un peu plus à l'ouest. Ces torrents, après avoir laissé leurs premiers dépôts aux niveaux les plus élevés (310 à 320^{m}) dans les points qui viennent d'être indiqués et sur toute la région qui les sépare (coteaux sud de la Dombes, tout le long du cours actuel du Rhône), seraient ensuite venus butter contre cette barrière formée par eux, et à supposer qu'elle eût suffi pour les arrêter et les faire dévier vers l'ouest, ils y auraient forcément, en vertu de la vitesse acquise, creusé des anses concaves vers le nord. Or, c'est précisément le contraire que l'on peut constater en jetant un coup d'œil sur la carte qui termine le volume de « *La Bresse* » et qui vient confirmer absolument par une vue en plan les impossibilités constatées, d'après les coupes, au point de vue à la fois des pentes du terrain et de la direction des terrasses. Voici (fig. 3) un croquis très abrégé qui résume les principaux traits du modelé du sol.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur cette carte pour constater que, sauf quelques sinuosités inévitables, toutes ces courbes ont leur convexité dirigée vers le nord, en se resserrant et s'infléchissant très rapidement vers le sud dans la région occidentale, où le cours de la Saône, appuyé par les derniers contreforts du Plateau central, ramenait forcément les eaux vers la seule porte de sortie demeurée libre entre Trévoux et Lyon.

Cette disposition des terrasses n'indique-t-elle pas bien clairement un immense promontoire d'alluvion formé par un fleuve venant du

(1) Je conserve le nom de *terrasses* à ces lignes de niveau échelonnées. Mais il importe de remarquer que le passage se fait insensiblement de l'une à l'autre, comme on peut le voir dans la coupe réelle reproduite Fig. 2 C'est seulement dans la partie occidentale de la Dombes, le long du cours actuel de la Saône, que ces lignes de niveau, dirigées alors N.-S., prennent le caractère de vraies terrasses, découpant des gradins dans les marnes plaisanciennes. On observera, en effet, que toutes les coupes données dans « *La Bresse* », p. 205-207, se réfèrent uniquement à cette région. C'est là que le Rhône et la Saône réunis, se trouvant dans une vallée très resserrée, ont entamé leurs rives. Sur tout le versant de la Dombes tourné vers le nord, il n'y a eu qu'un abaissement lent de niveau.

sud-est, poussant toujours ses eaux vers le nord-ouest et ramené seulement vers le sud lorsque les obstacles naturels des terrains primitifs et secondaires, aidés de la pente naturelle et de l'apport considérable des eaux de la Saône, l'obligeaient à prendre une autre direction. On sent à l'inspection de ces couches que l'effort naturel des eaux est vers le nord-ouest. Rien au contraire n'y paraît explicable par une action s'exerçant du nord au sud.

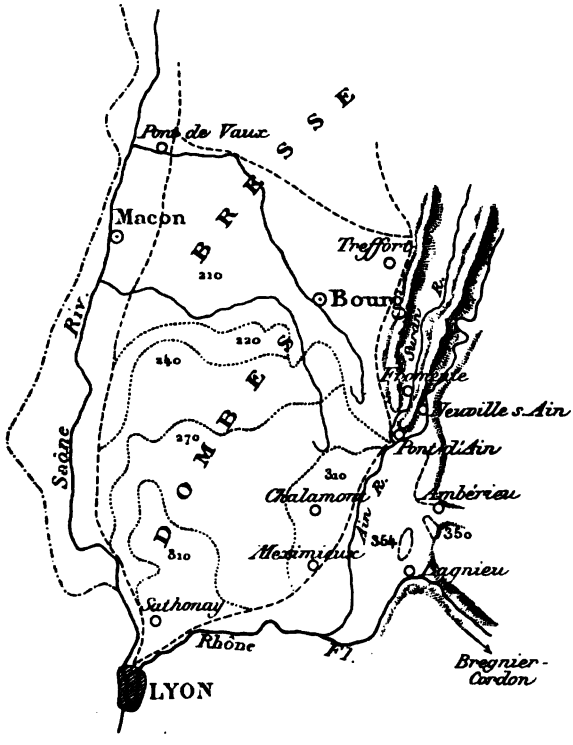


Fig. 3. — Carte des terrasses d'alluvions dans la Dombes et la Bresse méridionale.

Le Rhône répond très exactement au programme ainsi tracé. La cluse qui l'amène de Brégnier-Cordon à Lagnieu est exactement dirigée du sud est au nord-ouest. Prolongée en ligne droite, elle aboutit à peu près au milieu de la distance qui sépare Meximieux de Pont d'Ain, pouvant, avec une très faible déviation, incliner soit un peu vers le sud, soit un peu vers le nord. On conçoit donc aisément qu'après avoir déposé les cailloutis du Pliocène moyen à

Meximieux et à Miribel, de manière à remplir l'érosion qu'il avait faite antérieurement dans les marnes plaisanciennes, le Rhône ait, soit peu après, soit avec un intervalle qui sera expliqué plus tard, en tout cas à l'époque du Pliocène supérieur, recouvert le plus haut plateau des marnes inférieures et étalé ainsi ses galets à des hauteurs pouvant atteindre 320m, soit vers Sathonay et Mantenay, à l'ouest, soit vers Chalamont, à l'est du plateau de la Dombes. Ensuite, commençant à creuser son lit, il aura passé entre ces deux massifs culminants, entre Montluel et Meximieux, où les cailloux pliocènes n'atteignent plus que 290m. Puis, par suite d'un nouvel abaissement de ses eaux, qui sera expliqué plus tard, arrêté par l'obstacle qu'il s'était créé à lui-même, il aura seulement maintenu un passage pour son cours au nord du plateau de Chalamont, entre ce plateau et l'arête de terrains jurassiques qui aboutit à Pont d'Ain, et c'est définitivement par cette dépression de Pont d'Ain qu'il aura continué durant tout le reste de la période pliocène à arroser la Dombes et la Bresse méridionale et à former les terrasses successives déjà plusieurs fois signalées. C'est dans une des périodes de cette progression vers le nord qu'il aura tracé les premiers linéaments de la vallée de la Veyle, de Bourg à Mâcon, et plus tard encore, tout à fait à la fin de cette évolution, la vallée de la Reyssouze, entre Bourg et Pont de Vaux, qui marque à très peu près la limite septentrionale du dépôt des cailloutis alpins. Cette dernière vallée, qui se trouve presque en ligne droite dans le prolongement de la cluse de Lagnieu, montre bien quelle était la tendance constante de la direction des eaux pendant le Pliocène supérieur ; elle est le résultat final de tous les efforts soutenus constamment durant toute cette période par la force du courant. Il est à remarquer que toutes les terrasses successives sont recoupées nettement suivant une ligne allant de Pont d'Ain à Bourg ; ce qui semble indiquer qu'un chenal a été maintenu dans cette direction pendant toute la période de l'alluvionnement.

Mais cette tendance au nord-ouest ne résulte pas seulement des considérations d'ensemble qui viennent d'être présentées. Elle est encore établie positivement par la présence, au débouché même de la cluse de Lagnieu, de deux témoins importants du passage du Rhône à cette époque. Je veux parler de la colline de Saint-Denis-le-Chausson et de celle qui porte les bois de la Servette. J'ai donné antérieurement la coupe de ces deux collines (1).

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXII, p. 299, et t. XXVI, p. 34.

L'ouvrage de MM. Delafond et Depéret, quoique repoussant implicitement les explications ci-dessus, contient pourtant sur deux points importants des aveux utiles à retenir. Nous voyons en effet, à la page 227, que le Rhône ayant comblé sa vallée qu'il avait creusée dans le Pliocène inférieur, « s'étale sur ses rives qu'il nivelle, et il recouvre de cailloutis les surfaces qu'il a arasées ». C'est à ce moment, suivant les savants auteurs, que se déposent les alluvions alpines des hauts plateaux situés à l'ouest de Lyon. C'est précisément la marche que j'ai admise dans les explications précédentes; seulement, au lieu de borner cette action du Rhône aux plateaux situés à l'ouest de Lyon, je l'étends aux plateaux les plus élevés de la Dombes et progressivement aux terrasses situées plus au nord. J'y suis encouragé par la constatation faite au milieu de la page 227 qu'à partir du commencement du Pliocène supérieur « le niveau du Rhône subit ensuite un abaissement, et aussi par la déclaration, contenue à la page 218, que « ces terrasses correspondent à des niveaux successifs occupés par les eaux de la Saône *et du Rhône* ». Enfin, je constate qu'à la page 297 les alluvions du Rhône sont mises sur le même pied que celles de l'Ain et du Suran. En raison de leur importance beaucoup plus considérable et de la présence dans leur sein de galets alpins de provenance directe, il semble que ces alluvions du Rhône doivent tenir le premier rang.

Un autre aveu intéressant à noter est contenu dans ce passage de la page 225 : « Ajoutons que la disposition des autres terrasses de cailloutis du versant nord de la Dombes, qui toutes se dirigent vers la bordure du Bugey, entre Pont d'Ain et Ceyzériat, comme le montre la carte de la Bresse, permet de conclure que c'est également du Bugey que venaient les cours d'eau qui ont charrié les cailloutis de la Dombes ». Le Rhône sort également du Bugey et peut être facilement supposé avoir atteint la trouée de Pont d'Ain ; je crois avoir montré qu'il est pour le charriage des cailloutis un agent à la fois plus direct, plus puissant et rendant mieux raison des dispositions affectées par eux.

VII

Avant d'aller plus loin, une objection doit être écartée. Nous voyons bien, dirait-on, pendant toute cette longue période la rive gauche du Rhône ; mais vous ne signalez aucune trace de sa rive droite. On pourrait répondre que, suivant la théorie même, cette rive droite fuyait incessamment devant les progrès continuels du fleuve qui la rongeait sans cesse en progressant vers le nord et,

qu'arrivée sur la ligne Pont d'Ain Pont de Vaux, elle a été détruite ultérieurement par l'action des rivières sorties des glaciers quaternaires, ou contemporaines de l'époque actuelle.

La réponse serait insuffisante si l'on attribuait uniquement à l'érosion, sans mouvements du sol, la progression du fleuve vers le nord. Car il faudrait alors, la surface du Pliocène inférieur étant supposée horizontale, admettre qu'au terme de sa progression vers le nord, il avait eu sur sa rive une berge de 80 à 100^{m} de hauteur, et l'action des petits affluents de la rive droite serait insuffisante pour expliquer l'ablation d'une épaisseur de terrain aussi considérable.

D'ailleurs, cette théorie serait peu soutenable en elle-même par la raison que si l'on considère seulement le Pliocène inférieur, on constate que ce sont les couches les plus profondes qui affleurent au sud, sous le cailloutis pliocène supérieur, marnes plaisanciennes de la zone moyenne, horizon inférieur, tandis qu'au nord on trouve, sous ce même revêtement, l'horizon supérieur de cette zone moyenne (horizon de Saint-Amour), et même vers l'ouest celles de la zone supérieure (marnes d'Auvillars) à Cuisery, Pont de Vaux (1). Il faut donc supposer un mouvement du sol ayant élevé les marnes du niveau inférieur beaucoup plus haut (à 300^{m} environ) que celles des niveaux supérieurs (à 230, 210^{m}). Mais ce mouvement de bascule, si on veut bien le placer pendant la durée du Pliocène supérieur, explique alors tout naturellement la progression du Rhône vers le nord et le recul incessant de sa rive droite dans la même direction. Il explique aussi que cette rive droite n'ait pendant toute la durée de ce mouvement, notamment à la fin, présenté qu'une berge peu élevée, et que celle-ci ait pu facilement disparaître sous l'action des cours d'eau locaux, et même sous le simple effort de l'érosion et des glissements causés par les eaux superficielles.

Enfin la date pliocène supérieure de ce mouvement de bascule s'accorde parfaitement avec les données géologiques relatives à toute la région très étendue où se sont répandus les cailloutis de cette époque et qui embrasse au sud du cours actuel du Rhône tous les plateaux du Bas-Dauphiné. Si, en effet, on examine sur la carte les cotes d'altitude de ces cailloutis, on remarque aisément, outre une pente constante de l'est à l'ouest donnant des différences de niveaux de 100 mètres et plus, une diminution progressive d'altitude à mesure que l'on s'avance vers le nord. C'est ce qui résulte du tableau suivant :

(1) V. Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 62 et suiv.; 84 et suiv.: 117, 124, 135, 142 et suiv.

	Altitudes vers le méridien 2°40'
Plateau de Chambaran : vers Tersanne	491
Plateau au S.-E. de Vienne (entre Vienne et le chemin de fer de Grenoble à St-Rambert d'Albon) : au N de Moissieu.	471 (1)
Plateau d'Heyrieu (à l'E. de Givors) : à Guillanet	348

Le mouvement que j'admets en Dombes pour expliquer le déplacement du lit du Rhône n'est donc que la suite d'un grand phénomène très général qui a soulevé toute la contrée du nord au sud, en commençant au milieu du Pliocène inférieur par l'expulsion définitive de la mer plaisancienne qui avait pénétré jusqu'à Givors au début de cette période (2). Le Rhône aurait donc à cette époque commencé à couler vers le sud-ouest jusqu'au plateau de Chambaran, là où il rejoignait la mer le plus directement. Il empruntait sans doute à ce moment la dépression qui existe encore entre Aoste et Bourgoin (3). Puis, sous l'action du mouvement de bascule signalé, il serait remonté peu à peu vers le nord et, reprenant le chenal de la cluse de Lagnieu, déjà autrefois suivi par lui lors du dépôt des cailloutis de Meximieux et de Miribel (Pliocène moyen), serait venu couvrir progressivement de ses galets alpins tout le sol de la Dombes et la partie sud ouest de la Bresse.

C'est pour tenir compte de ce mouvement d'ensemble que j'ai, plusieurs fois, au cours de cette étude, réservé la possibilité d'une interruption des dépôts de cailloutis en Dombes, entre le Pliocène moyen et le Pliocène supérieur.

VIII

Il reste à écarter une difficulté qui a certainement été d'un grand poids dans l'esprit de MM. Delafond et Depéret pour les déterminer à chercher ailleurs l'origine des cailloutis alpins de la Dombes.

Cette difficulté est tirée de la présence près de Jujurieu, dans le bois de Charmontay, au sommet d'un plateau miocène, d'une couverture de cailloutis d'origine alpine atteignant l'altitude de 380m. « Ces cailloux sont très altérés et ne sauraient être considérés

(1) Une petite discordance est à signaler : sous ce même méridien, le plateau situé au sud de celui d'Heyrieu, celui qui se trouve à l'est de Vienne, n'offre au bois de Chapullay que la cote de 314 m.

(2) V. not. Fontannes : les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon, t. II, p. 249 et suiv., et la carte qui accompagne cet ouvrage.

(3) Comp. pour l'époque glaciaire, Falsan et Chantre, Monographie des anciens glaciers, t. II, p. 321.

comme quaternaires. Ils ne sauraient non plus être miocènes parce qu'ils ravinent cette formation ; ils buttent en effet au nord contre un escarpement constitué par le Miocène siliceux et marneux » (1) ; de même au sommet du mont Margueron, à l'ouest de Pont d'Ain, à l'altitude de 371m. A des niveaux un peu moins élevés, mais néanmoins supérieurs à ceux de la Dombes, on trouverait, de Jujurieu à Ambérieu, au-dessus du Miocène, divers dépôts de cailloutis très altérés dont l'altitude atteint 330 à 340m. Enfin les cailloutis alpins pénètrent dans la vallée du Suran jusqu'au bois de Fromente, au nord de Neuville-sur-Ain. Ces dépôts n'atteignent plus que 300 à 310m. Mais « ils présentent cette particularité remarquable d'avoir une origine alpine et d'être disposés de telle sorte qu'ils ont été forcément déposés par un cours d'eau dirigé suivant la vallée du Suran. On les voit en effet s'engager dans cette dernière et ils ne disparaissent que lorsqu'ils sont ravinés et démantelés par les alluvions quaternaires » (2). Les auteurs, affirmant d'ailleurs (3) que ces dépôts sont situés à des altitudes d'autant plus considérables qu'ils sont plus au nord, concluent « qu'à l'époque pliocène, l'Ain, le Suran et les torrents qui s'échappent du Bugey, entre Pont d'Ain et Treffort, charriaient des galets alpins ».

Plusieurs réponses peuvent être faites à cet ensemble d'arguments.

D'abord, de ce que ces dépôts atteignent, au bois de Charmontay, la cote de 380m et au Mont Margueron celle de 371m, on ne voit pas clairement qu'on doive en conclure qu'ils viennent de l'Ain ou du Suran plutôt que du Rhône. Si un cours d'eau a pu atteindre ces hauteurs c'est, ou bien que les terrains tertiaires n'étaient pas encore enlevés dans cette région par l'érosion, ou bien que le vide avait été rempli par des alluvions. Mais, sur ce sol, élevé à ce niveau, un fleuve pouvait aussi bien venir du sud-est que du nord, et le Rhône qui avait, on nous le déclare plusieurs fois, remblayé le lit qu'il s'était creusé lors du Pliocène moyen, entre Meximieux et Miribel, avait autant de puissance que tout autre fleuve pour atteindre ces points. Pour le bois de Charmontay spécialement, l'accès était plus facile en venant du sud, puisque la nappe de cailloux est adossée au nord et à l'est contre un contrefort du Jurassique supérieur qui porte le village et le château de Chenavel. D'ailleurs cette pente générale nord-sud ne se vérifie pas vers la prétendue

(1) Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 203 ; v. également le résumé, p. 225.
(2) Delafond et Depéret, *loc. cit.*, p. 204.
(3) *Ibid.*, p. 203.

origine du cours d'eau, là où elle serait le plus probante, puisqu'au bois de Fromente on n'a plus que la cote de 304^{m}, au lieu de 380 à Charmontay et au Mont Margueron.

De ce que les cailloutis s'engagent dans la vallée du Suran jusqu'à Fromente, peut-on légitimement conclure « qu'ils ont été forcément déposés par un cours d'eau dirigé suivant la vallée du Suran », c'est-à-dire *descendant* cette vallée? Est-ce qu'un fleuve venant du sud ne pouvait pas s'engager, par un de ses bras, dans cette vallée, d'ailleurs très largement ouverte du côté de Neuville-sur-Ain? N'avait-il pas la place d'y dessiner une de ces anses à faible rayon, si fréquentes notamment dans les endroits où, soit le Rhône, soit l'Ain, s'étalent librement dans une plaine, par exemple en amont de Lyon ? Prenez la carte de l'Etat-major et, sans quitter l'Ain, essayez de transporter dans la vallée du Suran, au niveau de Fromente et de Soblay, la courbe que l'Ain dessine auprès de Chazay, ou celle, plus voisine encore, qui se trouve entre Oussiat et l'embouchure de l'Ecotay, vous lui trouverez très largement la place nécessaire.

Enfin les cailloutis qui couronneraient le Miocène, entre Jujurieu et Ambérieu, à 330 et 340^{m}, ne pourraient-ils pas aussi venir du Rhône, puisque celui-ci, au bois de la Servette et à la colline de Saint-Denis, avait atteint certainement 350^{m} ?

Mais tous ces raisonnements deviendront inutiles si l'examen attentif des faits invoqués permet et même exige une autre interprétation au point de vue de l'âge qu'il convient d'attribuer à ces dépôts. C'est ce que je vais essayer de faire sommairement en résumant ce qui a été développé dans une autre note (1).

D'abord, en ce qui concerne les divers dépôts de caillloutis signalés entre Jujurieu et Ambérieu, et figurés soit sur la carte de M. E. Benoit, au 80.000^{e}, soit sur la carte de La Bresse, j'ai essayé, sur la demande de M. Depéret, d'en tracer les contours exacts. Dans cette opération, je me suis bien vite aperçu qu'il fallait en réduire notablement l'étendue et qu'on ne pouvait pas, malgré l'altération considérable qu'ils présentent en certains points, leur attribuer un autre âge que l'époque glaciaire. Auprès de Jujurieu, un mamelon, sur lequel M. Cyrille Cottin vient de faire construire un château, au lieu dit « en paradis », présente des cailloutis de quartzites et de roches alpines qui jonchent le sol des vignes ; mais, la tranchée récente d'une allée du parc m'a permis de constater que sous ce

(1) V. ci-dessus, p. 11.

cailloutis existe le glaciaire très pur et très caractérisé avec nombreux cailloux calcaires de toutes couleurs, polis et striés. Ce glaciaire recouvre les marnes et sables argileux du Pontien, bien visibles au pied du mamelon à la ferme du Châlet. A l'autre extrémité, près d'Ambérieu, on observe aussi dans les vallons de Vareille et de Tiret des quartzites et des roches alpines, variées et très altérées, jonchant le sol marneux tertiaire ou en minces couches superficielles. Mais ces dépôts se relient manifestement à un petit lambeau de glaciaire absolument indiscutable, placé sur l'arête qui sépare ces deux vallons (1) au point où se réunissent les deux chemins qui montent aux Allymes, l'un venant d'Ambérieu, l'autre venant du Tiret. J'en conclus que le glaciaire, lorsqu'il est disposé en couches très minces et sur un sol argileux, s'épuise très vite et que le calcaire et même beaucoup de roches granitoïdes disparaissent très promptement dans ces conditions (2). Il en est de même sur un sol calcaire très perméable, comme on peut s'en convaincre en s'élevant sur les premiers contreforts jurassiques au-dessus du vallon de Tiret. On y voit de nombreux galets de quartzites, notamment au point 428 de la carte de l'Etat-major, qui se relient intimement au glaciaire de la vallée du Tiret.

Entre ces deux points extrêmes, Jujurieu et Ambérieu, je n'ai pu, après de nombreuses et patientes recherches, trouver que deux petites nappes de quartzites, l'une au bas du communal de Merland, se prolongeant vers le nord, au pied des bois, un peu au-delà de la grange Laporte; l'autre, le long de la route d'Ambronay à Saint-Jean le-Vieux, sur le petit contrefort miocène qui limite au nord le vallon de Jurancieu, entre la route et le grangeon de La Piquère (cote 335). Partout ailleurs, on ne peut observer que quelques galets épars de quartzites sur le sol argileux miocène. Or, les deux dépôts qui viennent d'être signalés sont placés, non pas sur le sommet des mamelons (3), mais sur les pentes et même au bas de ces pentes, c'est-à-dire qu'ils épousent absolument (comme d'ailleurs ceux de Vareilles et du Tiret) toutes les formes actuelles des coteaux miocènes. Ils sont donc nécessairement postérieurs aux dernières érosions qu'ont subies ces coteaux. On ne peut, par suite, les faire

(1) Je l'ai signalé dans une note précédente en donnant le croquis du coteau qui le porte. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, p. 34.

(2) D'ailleurs les moraines les mieux caractérisées présentent toutes à la surface une zone souvent très épuisée, où les granites sont complètement fusés et ont même disparu. Je l'ai bien des fois observé dans le département de l'Ain, et tout récemment encore au village de Monnetier, entre les deux Salèves (Haute Savoie).

(3) Comme le figure la carte de la Bresse, d'après les documents antérieurs.

remonter plus loin que l'époque glaciaire. Quant aux galets épars dans les champs et dans les vignes, leur présence s'explique tout naturellement, comme celles des galets que portent plus haut encore les calcaires jurassiques dominant ces terrasses tertiaires, par le passage des glaciers. On ne saurait leur attribuer une autre origine.

Si je rajeunis les cailloutis dont il vient d'être question, j'ai été amené, par une étude attentive, à vieillir dans une proportion bien plus considérable ceux du bois de Charmontay. J'ai montré dans une note antérieure (1) qu'ils sont contemporains des sables légèrement argileux qu'ils recouvrent, et que ces sables ne sont pas pontiens, comme on l'a plusieurs fois écrit, mais qu'ils remontent à l'époque tortonienne.

J'ai, dans la même note, proposé d'attribuer la même origine aux cailloutis du Mont Margueron (alt. 371^{m}), cette sommité dominant les sables mollassiques de Varambon, situés presque en face le bois de Charmontay sur l'autre rive de l'Ain, auxquels il est tout naturel de donner le même âge.

On voit donc qu'en attribuant au Rhône le transport des galets qui composent le Pliocène supérieur sur toute la Dombes et une partie de la Bresse, on ne se heurte à aucune objection péremptoire, et qu'au contraire on rend beaucoup mieux compte des faits observés et de la disposition générale de ces dépôts.

M. M. Boule croit qu'en parlant des phénomènes physiques qui ont eu lieu pendant le Pliocène, on fait jouer un trop grand rôle à la topographie actuelle qui n'existait pas. Il fait remarquer que partout où les géologues ont reconnu deux systèmes de dépôts glaciaires, c'est toujours le système le plus ancien qui est le plus étendu (moraines externes). Peut-être y a-t-il aux environs de Lyon plusieurs systèmes de moraines ; c'est un point qui ne paraît pas encore être bien éclairci. Dès 1889, M. Boule a considéré les moraines des plateaux des environs de Lyon comme synchroniques du système externe des Alpes.

En terminant, il appelle l'attention de la Société sur la note récente que M. Gaillard, préparateur au Muséum de Lyon, a communiquée à l'Académie des Sciences et de laquelle il ressort que la terrasse alluviale de Villefranche est bien du Quaternaire supérieur comme il avait cru devoir l'affirmer en partant de considérations purement stratigraphiques ou topographiques et en contradiction avec l'opinion de plusieurs de ses confrères.

(1) V. ci-dessus p. 11.

M. **Boistel** répond qu'il n'a fait appel à la topographie actuelle qu'en ce qui concerne les chaînes du Jura méridional, pour lesquelles il ne lui paraît pas qu'on ait jamais allégué aucune modification postérieure au Pliocène. Il admet très bien, et il invoque même, des modifications au régime hydrographique des plateaux tertiaires extérieurs aux chaînes du Jura et des vallées qui découpent ces plateaux. Il n'a pas eu à se demander s'il existe aux environs de Lyon plusieurs systèmes de moraines, puisque l'opinion qu'il discutait avoue qu'on n'a pas trouvé de moraines correspondant aux alluvions qu'elle attribue au Pliocène supérieur. Celles-ci d'ailleurs passent *toutes* sans exception *sous toutes les moraines* des environs de Lyon et sous les alluvions qui s'y rattachent. Elles s'étendent exactement à la même distance des Alpes jusqu'aux coteaux situés à l'ouest de Lyon.

M. **Haug** pense que l'étude pétrographique des éléments alpins contenus dans les cailloutis en discussion pourrait peut-être fournir quelques éclaircissements sur l'origine de ces dépôts pliocènes. Si les éléments alpins sont identiques à des roches du Mont-Blanc, les cailloutis devraient être plutôt considérés comme étant d'origine fluviatile ; ils auraient été déposés par l'Arve pliocène et non par le Rhône. Il semble, en effet, s'il faut en croire Rütimeyer et M. Lugeon, que le Haut-Rhône, au lieu d'unir ses eaux à l'Arve, se dirigeait vers le nord et se déversait dans le bassin du Rhin. Le glacier du Rhône, par contre, traversait non seulement plusieurs cols du Jura, mais suivait aussi la cluse actuelle du fleuve, barrant le glacier de l'Arve et empêchant ses éléments de se répandre dans la région située au nord du cours actuel. Si, au contraire, les éléments provenant du Mont-Blanc faisaient entièrement défaut dans les cailloutis étudiés par M. Boistel, la théorie de l'origine glaciaire de ces cailloutis, émise par MM. Delafond et Depéret, se trouverait confirmée.

M. **Boistel** remercie M. Haug de cette indication dont il fera son profit. S'il a parlé du Rhône comme véhicule des cailloutis pliocènes, c'est pour désigner ce qu'on appelle actuellement le Rhône dans la région considérée, sans préjuger la question de savoir si le Rhône du Valais alimentait alors cet important cours d'eau.

M. **de Lapparent** a quelque peine à s'expliquer qu'un fleuve, débouchant dans une plaine largement ouverte, y puisse construire une accumulation de cailloux *descendant* en terrasses d'altitude progressivement décroissante. Il préférerait l'hypothèse d'un barrage venant des Alpes, et obligeant les eaux de la Bresse à s'élever

successivement, chaque stationnement du lac donnant lieu à la formation d'une terrasse.

M. **Boistel** fait observer qu'il a lu partout que les terrasses les plus basses sont considérées comme les plus récentes, même et surtout dans les plaines, par suite de l'érosion du cours inférieur qui abaisse le niveau des eaux; et que d'ailleurs son explication combine avec cet abaissement normal un soulèvement progressif de la partie méridionale de la Dombes. Au surplus, les terrasses sont très peu marquées sur le versant nord de la Dombes, où la pente est presque régulière, sauf les ravinements causés par les érosions plus récentes. Les terrasses ne forment de véritables gradins que sur le versant occidental qui longe la Saône.

RÉPONSE AUX OBSERVATIONS DE M. MARCEL BERTRAND

par M. **E. FOURNIER.**

M. E. Fournier fait remarquer qu'il n'a introduit aucune rectification à la coupe XXVIII de sa thèse, p. 173, à laquelle il renvoie M. M. Bertrand pour vérification. Confiant dans l'exactitude de ses observations sur la Provence et en particulier sur le Massif de l'Etoile (observations qui sont le résultat de plusieurs années d'études sur le terrain), il attend, pour entamer la discussion, la publication des observations détaillées que M. Marcel Bertrand a faites au nord de cette chaîne et espère pouvoir y répondre victorieusement.

Il ne croit pas non plus avoir mérité le reproche de ne pas avoir cité la carte et les travaux de M. Collot (voir p. 260 et 263) (1), et il n'a jamais dit, dans aucun de ses mémoires, que ces travaux n'ont pas été faits d'une manière consciencieuse, ainsi que M. Bertrand semble le croire. Enfin M. Fournier regrette que, lors de son séjour en Provence, M. Marcel Bertrand ne l'ait pas convié sur le terrain, à une discussion d'où la lumière aurait pu jaillir définitivement. Il compte passer prochainement une quinzaine de jours en Provence et serait heureux si M. Bertrand pouvait s'y rencontrer avec lui.

(1) *B. S. G. F.*, (3), XXIV, 1896.

NOTE SUR LE MASSIF SILURIEN D'HESLOUP

par MM. D.-P. ŒHLERT et A. BIGOT.

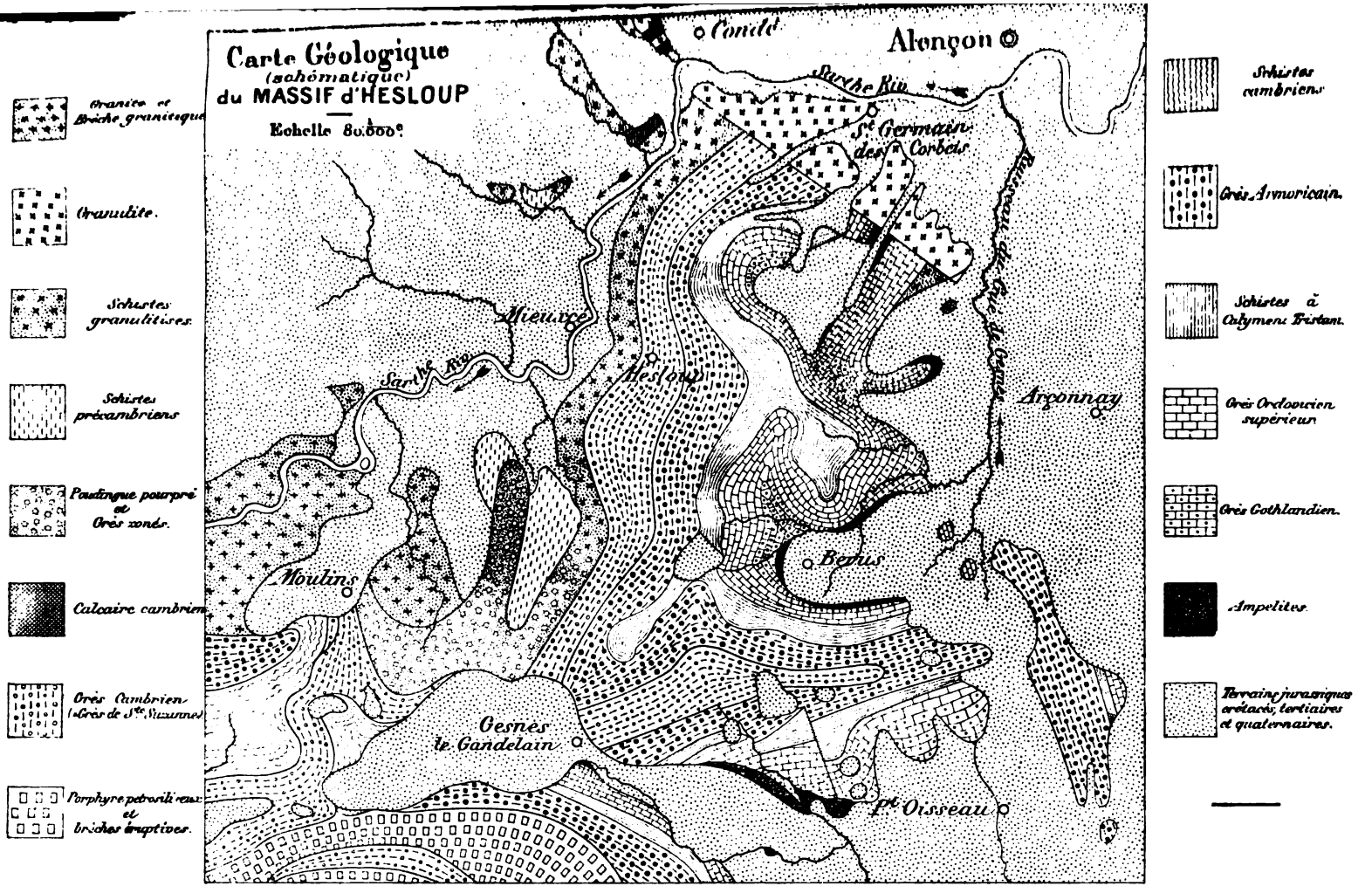
Le massif silurien d'Hesloup qui émerge de la plaine jurassique d'Alençon, forme avec elle un contraste frappant, par suite de son élévation, comme par l'aridité de son sol ; sa forme subrectangulaire est nettement dessinée par la vallée rectiligne, à direction sud-nord du ruisseau du Gué de Gesnes, qui le borde à l'est, ainsi que par la Sarthe qui l'enserre étroitement ; celle-ci coule d'abord au nord du massif avec une direction est-ouest, qu'elle abandonne brusquement à Condé pour descendre vers le sud, en accompagnant de près la falaise d'Hesloup qu'elle ne quitte que pour traverser, par une gorge très pittoresque, le massif granitique de Saint-Céneri.

Au point de vue géologique le massif d'Hesloup est une annexe du flanc nord du synclinal de Pail ; celui-ci, ainsi que l'un de nous l'a déjà indiqué (1), a une structure très particulière par suite de la présence d'une série de petites cuvettes ordoviciennes et gothlandiennes, actuellement indépendantes, et dont la forme varie suivant la direction des pressions qu'elles ont subies et la place qui leur a été laissée entre les massifs résistants.

Au-delà de la plus orientale de ces cuvettes, celle de St-Léonard, fermée à l'ouest au voisinage de la forêt de Pail et à l'est près de Moulins-le-Carbonnel, on voit, après avoir traversé une bande de schistes cambriens en partie modifiés, le synclinal de Pail s'ouvrir de nouveau à l'est de Gesnes-le-Gandelain ; tandis que son flanc sud, par une large courbe convexe du côté de l'est, va rejoindre le flanc septentrional du synclinal de Sillé — en enserrant l'anticlinal précambrien de Saint-Germain-de-Coulamer — son flanc nord se complique de plusieurs anticlinaux et de petites cuvettes, actuellement incomplètes par suite de la pénétration des dépôts jurassiques qui, respectés par l'érosion, principalement dans les régions déprimées, en masquent la forme primitive en cachant une partie de leur bordure.

Ce massif, presque exclusivement formé de grès, doit à la nature résistante de ces roches, comme aussi à l'ensemble de sa structure

(1) ŒHLERT. 1895, *Bull. Serv. Cart.* T. VII, p. 48.


Carte Géologique
(schématique)
du MASSIF d'HESLOUP
Echelle 80.000e
Granite et Brèche granitique
Granulite.
Schistes granulitises.
Schistes précambriens
Poudingue pourpré et Grès zonés.
Calcaire cambrien
Grès Cambrien (Grès de Ste Suzanne)
Porphyre petrosiliceux et brèches éruptives.
Schistes cambriens
Grès Armoricain.
Schistes à Calymene Tristan.
Grès Ordovicien supérieur
Grès Gothlandien.
Ampelites.
Terrains jurassiques crétacés, tertiaires et quaternaires.
Condé
Alençon
Sarthe Riv.
St Germain des Corbeis
Mieuxcé
Sarthe Riv.
Hesloup
Arçonnay
Moulins
Bevus
Gesnes le Gandelain
Pt Oisseau

et à son homogénéité, d'avoir mieux résisté à l'érosion, et de n'avoir pas pris part aux affaissements qui se sont produits sur son pourtour ; il s'étend entre Gesnes-le-Gandelain et Alençon, comprenant le bois de Vaux, les hauteurs qui enserrent la cuvette de Bérus, et le plateau d'Hesloup et de Saint-Barthélemy, constituant ainsi un ensemble bien net au point de vue topographique, comme au point de vue géologique. Il se présente sous la forme d'un plateau légèrement incliné vers l'est ; sa bordure occidentale (197^{m}), un peu flexueuse, abrupte, domine la dépression cambrienne et précambrienne de Mieuxcé (128^{m}, 126^{m}), au-delà de laquelle s'élève, d'abord, la crête granitique de la Ferrière-Bochard couronnée par des sables cénomaniens (224^{m}), et plus au loin les hauteurs siluriennes de la forêt de Multonne (417^{m}). Au nord, ce massif se prolonge en un large éperon brusquement tronqué par une faille dirigée N.O.-S.E., au pied de laquelle s'étend la plaine oolithique d'Alençon ; celle-ci, bornée au nord par la butte conique de Chaumont et par le massif d'Ecouves, — tous les deux paléozoïques —, ne montre que par places son soubassement granulitique au milieu des dépôts jurassiques. A l'est, la bordure du massif est très contournée, avec de profondes échancrures qui correspondent à des synclinaux remplis par des dépôts secondaires ; ces derniers occupent du reste toute la dépression qui sépare le massif que nous décrivons de celui de Perseigne, et forment actuellement comme une sorte de détroit par lequel la plaine d'Alençon se relie à la fertile région du Saonnois. Enfin, au sud, cet ensemble se termine avec le versant méridional du bois de Vaux, qui domine le synclinal silurien de Gesnes ; dans ce synclinal se sont accumulées, à la suite d'érosions et d'apports alternatifs, une série de couches jurassiques (du Charmouthien au Callovien inférieur). Les sables apportés par la grande transgression cénomanienne sont ensuite venus s'étendre indistinctement sur les dépôts primaires et jurassiques ; ces derniers, plus tard, ont été à leur tour assez profondément creusés vers le sud-est, pour donner naissance à une large et profonde dépression (79^{m}). Au fond de cette dernière se sont déposés des argiles et des calcaires éocènes, surmontés par des lambeaux de sables et de grès à *Sabalites*, lesquels, respectés localement par l'érosion, ont été laissés comme témoins sur certaines hauteurs [ouest de Fyé (141^{m})].

Ajoutons que si la présence des sédiments secondaires est rendue très apparente dans les régions basses, par suite de l'importance des dépôts qui y ont été en partie respectés, on ne doit pas oublier, qu'en dehors de leurs limites, il existe des lambeaux de même âge

restés, pour ainsi dire, accrochés au sommet ou au flanc des crêtes, fournissant ainsi non seulement la preuve d'une étendue plus considérable des mers, mais démontrant en outre que des mouvements d'affaissement se sont produits, coïncidant peut-être avec des mouvements inverses dans les régions actuellement saillantes.

Signalons enfin la présence de surfaces souvent considérables (dépression de Mieuxcé ; cuvette au sud de Saint-Barthélemy ; bas-fonds des Basses-Hayes) (1) où les dépôts secondaires ont sûrement existé, comme dans les cuvettes synclinales de Bérus et de Gesnes, mais où il ne reste plus qu'un limon très épais, et dont l'origine peut être attribuée en majeure partie à la décalcification des couches jurassiques et crétacées ; la pénétration de ces dépôts dans les dépressions en question est indiquée non-seulement par la topographie, mais encore par la présence de certains témoins, en particulier à l'est de Mieuxcé, où l'on trouve près de la Pouplinière du calcaire oolithique bathonien, que surmontent des roussards cénomaniens.

Ce limon, ainsi que les dépôts jurassiques et cénomaniens, venant malencontreusement cacher maints points intéressants, constitue une grande difficulté pour l'étude de cette région et laisse forcément pour certaines parties une part à l'hypothèse. Notre note n'ayant en vue que l'infra-structure paléozoïque, nous avons cru devoir uniformiser l'indication des sédiments jurassiques, crétacés, tertiaires et récents, en les réunissant sous un même signe [pointillé].

Toute la région qui nous occupe a été depuis longtemps l'objet de nombreux travaux (2).

(1) Ces noms, ainsi que d'autres cités dans le cours de ce travail, n'ont pas été indiqués sur la carte, parce qu'ils l'auraient rendue trop confuse. Il sera facile de les retrouver en se reportant à la carte d'Etat-major (feuilles d'Alençon 62 et de Mayenne 77).

(2) **Bibliographie géologique du massif d'Hesloup**

1. 1837. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Alençon (*B. S. G. F.*, 1re série, t. VIII, 1837, p. 329-334).
2. 1837. L. Desnos. Note sur les eaux minérales de St-Barthélemy à St-Germain-des-Corbeis et sur divers échantillons de lignite découverts dans cette commune (*Annuaire normand*, p. 262-265).
3. 1841 Sevestre. Notes pour servir à la statistique géologique du département de l'Orne, 10 p. (*Annuaire de l'Association normande* pour 1841).
4. 1842. Blavier. Etudes géologiques sur le département de l'Orne, in-8°, 94 p., 6 pl., coupes et carte (*Annuaire du département de l'Orne*; reproduit dans t. I *Mém. Inst. provinces*, in-4°).
5. 1869. Letellier. Excursion de la Société linnéenne à Alençon, les samedi 3 et dimanche 4 juillet 1869 (*B. S. lin. N.*, 2e série, t. IV, 1870, p. 277-290).
6. 1875. Triger et Guillier. Carte géologique du département de la Sarthe, à l'échelle du 1/125.000.

(Voir la suite de la note p. 86).

L'Association normande (1836), la Société géologique de France (1837), la Société linnéenne, choisirent tour à tour Alençon comme lieu de leur réunion extraordinaire et, dans leurs excursions, toutes s'occupèrent du massif paléozoïque d'Hesloup. En dernier lieu, M. Letellier, dans une série de notes publiées de 1878 à 1897, sur la géologie des environs d'Alençon, a résumé très clairement les travaux de ses devanciers et a contribué par de nouvelles observations à faire connaître la structure de cette région.

Le massif d'Hesloup, qui est entièrement silurien, est constitué d'une façon générale par deux bandes de grès, sinueuses et contournées, entre lesquelles s'intercale une zone schisteuse, souvent à peine indiquée par une dénivellation à la surface du sol et dont les affleurements sont parfois difficiles à constater. Tandis qu'à l'extrémité nord du massif, près Alençon, la succession de ces trois horizons était reconnue par Boblaye (1, p. 230) et Blavier (4, p. 18), dont les observations se complétaient, ainsi que l'a rappelé M. Letellier (13, p. 43), au sud, toute la région centrale et méridionale qui pénètre dans la Sarthe était considérée en bloc par Triger et Guillier, comme appartenant uniquement au grès armoricain, à

7. 1878. Letellier. Deuxième excursion de la Société linnéenne à Alençon, les 15 et 16 juin 1878 (*Id.*, 3e série, t. II, 1878, p. 272-293).
8. 1880. Letellier. Terrains des environs d'Alençon. Notes géologiques, 8 p. (*Mém. Soc. géol. Norm.*, t. VI).
9. 1882. Letellier. Note sur le quartzite des environs d'Alençon (*Id.*, 3e sér., t. VI, p. 15 21, avec carte au 1/40.000e).
10. 1884. Triger et Guillier. Carte géologique du département de la Sarthe, à l'échelle de 1/40.000e (Feuilles de St-Léonard et Mamers).
11. 1886. Guillier. Géologie du département de la Sarthe, 1 vol. in-8°, p. 23-57 et p. 362-372).
12. 1887. Letellier. Carte géologique des deux cantons d'Alençon (*Ass. fr. av. sc.*, session, Toulouse, 1887, p. 481-492, pl. XII-XIII).
13. 1889. Letellier Etude géologique des deux cantons d'Alençon (*B. S. lin N.*, 4e sér., t. II, p. 305-423. avec carte au 1/40.000).
14. 1898. Bigot. Esquisse géologique de la Basse-Normandie (*B. lab. géol. Fac. sc. Caen.* t. I, p. 135).
15. 1892. Letellier. L'arkose d'Alençon (*B. S. lin. N.*, 4e sér., t. VI, 1892, p. 245-248. avec carte).
16. 1894. Bigot, Bizet et Letellier. Carte géologique de France. Feuille d'Alençon.
17. 1895. Letellier. Constitution géologique de l'arrondissement d'Alençon (*Annuaire Norm.*, 1895. p. 176 206).
18. 1895. A. de la Durandière. Note sur un gisement d'ottrélite à St-Barthélemy (Orne) (*B. S. Fr. Minér.*, t. XVIII, 1895, p. 398-399).
19. 1896 A.-L. Letacq. Note sur la constitution géologique et la flore des étangs du Mortier et des Rablais (*B. S. agr., sc. et arts de la Sarthe*, XXXV, 1896, p 277-288). — Les renseignements géologiques contenus dans ce travail sont dus à M. Letellier.
20. 1897. D.-P. Œhlert. Feuille de Mayenne (*B. Serv. Carte géolog.*, t. 9, p. 327).
21. 1898. D.-P. Œhlert. Feuille de Mayenne (*B. Serv. Carte géolog.*, t. 10).

l'exception d'un petit lambeau situé au nord-ouest d'Oisseau. De plus, les schistes souvent profondément modifiés qui occupent les deux flancs ouest et est du massif d'Hesloup étaient regardés comme équivalents des Phyllades de Saint-Lô, c'est-à-dire comme précambriens.

L'étude des terrains paléozoïques, dont l'un de nous est chargé pour la feuille de Mayenne, complétée par une revision faite en commun de la limite sud de la feuille d'Alençon, au sud même de cette ville, nous a amenés à des conclusions différant en majeure partie de celles qui étaient adoptées jusqu'ici, tant au point de vue des contours à donner aux différentes assises, qu'aux attributions d'âge à assigner à chacune d'elles. A ces renseignements sur la stratigraphie de cette région, nous pouvons en ajouter d'autres concernant les roches éruptives et celles qui ont été atteintes par le métamorphisme ; nous devons ces dernières indications à notre savant directeur M. Michel-Lévy qui a bien voulu confirmer nos déterminations et les compléter par une étude microscopique des roches.

Les différentes assises que nous avons à décrire étant disposées suivant une succession régulière, nous commencerons par les couches situées le plus à l'ouest et qui sont les plus anciennes.

Région précambrienne et cambrienne de Mieuxcé. — Toute la dépression de Mieuxcé est occupée par des schistes presque entièrement recouverts par des dépôts d'alluvions et par des lambeaux jurassiques et cénomaniens, souvent décalcifiés et représentés alors par une épaisse couche de limon ; quelques affleurements, visibles sur des points où le métamorphisme n'a pas modifié leur caractère, fournissent toutefois des caractères suffisants pour pouvoir fixer leur âge. Si on se rapproche du massif granitique de Saint-Céneri, on les voit passer insensiblement à une sorte de brèche granitique, dont les éléments anguleux, très micacés, deviennent de plus en plus rares lorsqu'on s'avance vers le centre du massif (1). Ce faciès

(1) Le granite bréchoïde qui forme le soubassement de la butte de Moulins, a servi, par sa désagrégation, à constituer les couches inférieures du Cénomanien ; on voit en effet sur le versant nord-est de cette colline (carrière des Grands Champs), la roche se décomposer en une arène qui, à sa partie supérieure, a été remaniée, et où les éléments granitiques aussi bien que les fragments de schistes prennent un alignement horizontal. La coupe générale de la colline montre qu'au-dessus, viennent des argiles blanches que surmontent des sables parfois blancs, mais plus souvent colorés par du fer (roussard) [Champs roux], et enfin, une très épaisse couche de limon brunâtre. Ces dépôts sont très puissants : un puits de 25m de profondeur, fait au sommet de la butte de Moulins, a traversé les différents dépôts jusqu'à l'argile blanche, sans atteindre les arènes granitiques.

bréchoïde se voit nettement sur les bords de la Sarthe, au nord de Moulins-le-Carbonnel ; il se retrouve non loin du massif granulitique d'Alençon, au sud-ouest de Condé, sur les deux rives du ruisseau de Chahains, près de la Poupardière et du Pont-de-l'Etang et encore plus au nord. Au sud-est de Moulins-le-Carbonnel, dans les tranchées de la route allant à Gesnes, entre le ruisseau de la Louvrie et celui de la Barberie, la schistosité de la roche est conservée et le métamorphisme y est peu développé.

Si, au contraire, on pénètre au centre du massif granitique de Saint-Céneri, la Pooté, la roche éruptive devient plus franche, mais on trouve çà et là, disséminées dans la masse, des taches se fondant sur les bords avec le granite, et dont les éléments de second temps sont de petite taille, sauf quelques grands cristaux de feldspath ; ces taches nous paraissent correspondre à des fragments de schistes, profondément modifiés, presque entièrement assimilés, mais ayant conservé une structure spéciale qui rappelle celle des microgranites et des kersantites.

Les fragments de schistes sont généralement assez petits, mais très nets, se détachant par leur couleur noire, due au mica, et par leurs contours anguleux, au milieu de la pâte bariolée du granite ; ordinairement leurs bords sont déchiquetés et ils ne forment plus que des taches indécises, mais dont l'origine ne laisse aucun doute. On retrouve quelquefois de petits débris de schistes empâtés dans des cristaux de feldspath. Ces fragments, ainsi disséminés dans la pâte granitique, ont parfois conservé la trace de leur alignement primitif, indiquant, soit que les schistes disloqués sur place, englobés par le granite, et en partie assimilés, n'ont pas subi de charriage, soit que cette disposition stratiforme résulte de l'écoulement de la roche éruptive. Cette roche bréchoïde se rattache à l'une des catégories de métamorphisme que M. Michel-Lévy a signalée pour les *appareils granitiques de profondeur* (1); les caractères qu'elle présente montrent que ces phénomènes ont eu lieu à une grande profondeur et par suite à une haute température.

Le long des falaises d'Hesloup, à l'est des Grands-Ménils, à la Joustière, près du château de Beaudet, à la Boisnière, etc., le métamorphisme des schistes est d'une toute autre nature ; la structure schisteuse primitive est conservée et il y a développement, entre les feuillets de la roche sédimentaire, de cristaux de quartz bipyramidés, de feldspath, que contournent des grains très fins de mica

(1) Michel-Lévy. 1897. Porphyre bleu de l'Esterel. *Bull. Serv. Carl. Géol.*, T. IX, p. 258.

noir en écheveau. On peut indiquer d'une façon générale que ces schistes ont dû d'abord recristalliser, avec apport de mica noir, qu'ensuite a eu lieu entre leurs feuillets l'apparition des cristaux de quartz et de feldspath, et qu'enfin le dynamo-métamorphisme est venu, en fragmentant ces cristaux, fournir la preuve d'un mouvement de pression postérieur au métamorphisme. Enfin, plus au nord, sur les deux rives de la Sarthe, les schistes deviennent de plus en plus cristallins (1), et l'on voit à la ferme du Tertre (sud de Condé, rive gauche de la Sarthe), des lambeaux de cette même roche pincés dans la granulite d'Alençon. Nous pensons que les schistes qui ont subi le métamorphisme *gneissique* (injection entre les feuillets) sont en majeure partie cambriens, tandis que ceux qui sont réduits à l'état de brèche dans une pâte granitique, sont précambriens; toutefois les altérations de la roche primitive, soit par suite d'injection, soit par suite de friction, sont tellement profondes, qu'il est impossible de fixer d'une façon absolument certaine l'âge de ces schistes. Cette difficulté disparaît lorsque les couches n'ont pas été modifiées ; en effet, dans la région située au S.-E. de Mieuxcé qui n'a été atteinte ni par le métamorphisme du granite, ni par celui de la granulite, les couches précambriennes et cambriennes ont conservé leur faciès et leurs caractères primitifs : les schistes précambriens, non altérés, se montrent nettement entre Mieuxcé et Condé, sur la rive gauche du ruisseau de la Maladrerie, au sud de Mieuxcé, près de la chapelle Saint-Martin, aux Petits-Mesnils, au S.-O. des Grands-Mesnils, à la Godefraine, etc. Ces schistes, peu résistants à l'érosion, correspondent en général à des dépressions qui, malgré les dépôts postérieurs qui les ont recouverts, se dessinent encore à la surface du sol, tandis que les dépôts grossiers bréchoïdes qui caractérisent la base du Cambrien forment des saillies dirigées N.-S., soit au milieu du bas-fond de Mieuxcé, entre Hesloup et Moulins, soit sur le flanc occidental de la crête qui va d'Hesloup à Gesnes, à la hauteur des étangs des Rablais et du Mortier. Sur ce dernier point en effet, on trouve une bande de roche sédimentaire, à structure bréchoïde, ne présentant aucune trace de métamorphisme, dirigée O.S.O.-N.N.E. et qui forme une sorte de ressaut sur le flanc du coteau. On la suit pas à pas de la Michardière à la

(1) Ces schistes ayant une apparence de gneiss, ont été désignés sous ce nom dans tous les travaux antérieurs à 1887. Nous vîmes avec plaisir, qu'à partir de cette époque, à la suite d'une correspondance échangée entre l'un de nous et M. Letellier, cette dénomination fut abandonnée et que l'aspect cristallin de ces schistes fut reconnu comme étant le résultat d'un métamorphisme dû à la granulite.

Brasserie et au delà, et nous la considérons comme formant la base du Cambrien, c'est-à-dire comme représentant le niveau du Poudingue pourpré ; sa texture est évidemment schistoïde, mais elle renferme des galets parfois nombreux, principalement dans les grandes dalles violettes et vertes exploitées à l'est de la Godefraine. Plus au nord, entre Hesloup et Mieuxcé, dans la région métamorphique, on retrouve parfois des fragments de schistes au milieu de la roche profondément modifiée ; puis, ces caractères disparaissent en se rapprochant du massif de granulite de Condé. Tout au plus pourrait-on signaler qu'au S. O. de cette dernière localité le granite bréchoïde, qui affleure près du Pont-de-l'Etang, renferme de nombreux fragments de schistes micacés, relativement peu altérés.

La bande de la Michardière perd donc ses caractères précis en s'avançant vers le nord, c'est-à-dire en pénétrant dans la région où le métamorphisme apparaît et où il devient plus intense, mais sur un parcours de plus de deux kilomètres, elle possède des caractères qui permettent de fixer son âge, tant par la netteté et la constance de son faciès, que par la place, l'importance et la direction de ses strates. Au sud, elle est cachée par le Bathonien supérieur, sous lequel elle s'infléchit vers l'ouest pour remonter ensuite vers le nord, de façon à dessiner une seconde bande, séparée de la première, et présentant par places quelques changements de faciès ; on peut d'ailleurs suivre sa trace, grâce à un léger relief topographique et surtout à l'aide de quelques affleurements ; c'est ainsi que les grandes dalles à structure bréchoïde, exploitées à la Tonnelière, et dont on retrouve l'indication à Gaigné, appartiennent certainement à la même assise que les poudingues de la Michardière, etc , etc. Plus au nord, à la Pigorerie, ce niveau se trouve représenté par un grès grossier avec quelques rares galets ; c'est encore au Poudingue pourpré qu'il faut rapporter ces couches, d'autant plus que dans cette dernière localité le faciès de la roche détritique, colorée en violet brun ou verdâtre et qui dans ce cas n'est autre chose que la pâte même du poudingue, est identique aux dépôts de même âge qu'on retrouve sur le flanc opposé du synclinal de Pail. Cette seconde bande, qui est très nettement caractérisée près de la Tonnellière, où on exploite de grandes dalles à structure bréchoïde, descend au sud, puis revient sur elle-même en suivant les flancs de la vallée de la Freulonnière, passe à la Gesnaie, où elle est exploitée (S. E. de Moulins), en constituant une troisième bande qui disparaît vers le nord-ouest et se fond pour ainsi dire dans le massif granitique de Moulins et de Saint-Céneri, où elle perd ses caractères. Ces

trois bandes ne sont donc que l'affleurement continu d'une seule et même assise qui plonge toujours sous les grès cambriens qui l'accompagnent, en décrivant en les exagérant les mêmes sinuosités. La bande médiane (bande de la Pigorerie), qui se bifurque à son extrémité méridionale pour se rattacher, d'une part, à celle de la Michardière, et d'autre part à celle de la Gesnaie, marque l'emplacement d'un synclinal peu important, qui sépare deux anticlinaux de schistes précambriens entourés par les poudingues pourprés. Ces deux anticlinaux viennent se perdre par un plongement périclinal dans le flanc nord du grand synclinal de Pail. En réalité, ils peuvent être considérés comme un même grand anticlinal divisé localement par le petit synclinal de la Pigorerie, lequel se comporte lui-même comme une digitation latérale, de peu d'importance, du grand synclinal de Pail.

Le long de son parcours, la bande de Poudingue pourpré perd évidemment, ainsi que nous l'avons dit, quelques-uns de ses caractères : les galets y sont parfois rares, souvent ils disparaissent complètement ou sont remplacés par des fragments de schistes, anguleux ou en éclisses allongées, dans une pâte un peu schisteuse ; mais le fond même de cette pâte, formée de grains de quartz clastiques et de petits fragments de schistes (La Pigorerie), reste quand même caractéristique. C'est d'ailleurs le faciès dominant de la bande de Poudingue pourpré qui, sur le flanc sud du synclinal de Pail, forme les hauteurs de Monteuson et de la Lévrottière (N.O. et O. d'Averton) ; c'est lui que l'on retrouve également au sud du bois de Chemasson, à la Touannière sur la rive droite de la Sarthe, ainsi qu'aux environs de Soulgé-le-Ganelon, où il contribue par sa résistance à former la charpente des hauteurs cambriennes, recouvertes en partie par des dépôts jurassiques, qui dominent la vallée de la Sarthe, taillée dans les schistes précambriens.

Les raisons qui nous font attribuer le poudingue de la Michardière, de la Pigorerie, de la Gesnaie, de la Tonnellière, etc., à l'assise du Poudingue pourpré, sont d'ailleurs multiples : en plus du faciès, qui est très caractéristique si on le compare à celui des roches de même âge sur le flanc opposé du synclinal de Pail, nous devons encore signaler l'existence de schistes gréseux zonés qui sont particulièrement visibles sur le versant ouest de la crête du Mortier et qui occupent la place normale et précise que nous leur avons reconnue à la base de la série cambrienne : ils surmontent les poudingues pourprés et accompagnent le calcaire magnésien qu'ils remplacent même parfois lorsque celui-ci vient à manquer.

Tel est le cas dans la localité que nous venons de signaler. Plus au nord, le calcaire existe et on le voit alterner avec ces mêmes grès zonés dans les gisements de la Galochère et de la Cusellière, situés à l'ouest et au sud-ouest de Condé-sur-Sarthe. En effet, sur la rive gauche du ruisseau de Chahains, entre la route de Condé à Saint-Céneri et la rivière de la Sarthe, on trouve un premier gisement de calcaire dolomitique rubanné (la Galochère), qui a été autrefois exploité en face de la ferme de l'Epaulay ; un second gisement (la Cusellière), avec faciès analogue, se trouve également sur la rive gauche du ruisseau de Parcé, entre le village de Pont-Percé et le moulin de Condé. Ces deux lambeaux qui, primitivement, devaient faire partie d'une même bande, sont actuellement séparés par suite d'un décrochement horizontal dû, sans doute, à la faille N.O.-S.-E. qui sépare la granulite d'Alençon du massif paléozoïque d'Hesloup. Le métamorphisme causé par le voisinage de la granulite et qui s'est fait sentir si énergiquement sur les schistes, a eu également un effet sur les calcaires, principalement sur le second lambeau qui forme deux enclaves pincées dans la roche éruptive. Les schistes qui alternent par petites bandes avec le calcaire ont souvent été injectés par de la silice, faisant ainsi passer la roche à une sorte de quartzite; la silice a d'ailleurs pénétré parfois le calcaire; on peut encore signaler le développement, par métamorphisme, de mica noir, quelquefois décoloré, de pyroxène, de petits cristaux d'hématite.

Ces calcaires ont été signalés comme appartenant au niveau des schistes à *Calymene* (Letellier, 13, p. 41), mais nous ne voyons pas quels motifs ont pu suggérer cette hypothèse, à laquelle s'oppose l'absence de schistes ordoviciens aux environs, ainsi que la présence même du calcaire, faciès qui, à ce niveau, constituerait une véritable exception, tandis qu'au contraire il est naturel de retrouver sur le flanc nord du synclinal de Pail, des témoins des calcaires et grès zonés qui existent sur le flanc sud du même synclinal. On les rencontre en effet bien caractérisés et très développés dans les vallées de l'Erve et de l'Orthe, au nord de la forêt de Sillé, ainsi qu'entre Soulgé-le-Ganelon et Saint-Léonard, et même par place dans le calcaire compact de Fresnay; or, leur âge est indiscutable dans cette région, étant donnée la place qu'ils occupent entre les poudingues pourprés et les grès cambriens.

Grès d'Hesloup. — Ces grès forment, au point de vue topographique, une crête importante dont le versant occidental, occupé par le Cambrien, est abrupte, tandis que du côté est la partie ordo-

vicienne est en pente douce, parfois même à peine sensible. Cette crête, vers son extrémité septentrionale, s'infléchit vers l'est, puis s'arrête brusquement au sud-ouest de Saint-Germain-des-Corbeis, près de la ferme de Launay; sa terminaison contre la faille est indiquée par une légère dénivellation, au delà de laquelle on ne rencontre plus que des fragments de grès éboulés qui recouvrent un sous-sol sableux provenant de la décomposition de la granulite. Ces grès constituent une sorte de plateau peu favorable à la culture et occupé par des bois et des landes (bois du Chable, de Sainte-James, des Rablais, du Mortier ; landes d'Hesloup, bruyères de Gesnes). A la hauteur de l'étang du Mortier se détache, à angle droit du massif d'Hesloup, une bande de grès dirigée vers l'est et constituant une crête qui porte le bois de Vaux. Cette crête n'est autre chose que la charnière anticlinale séparant le synclinal de Bérus de celui de Gesnes. Plus au sud, ces mêmes grès se retrouvent entre Gesnes et Assé-le-Boisne, associés à des porphyres pétrosiliceux, à des brèches éruptives et à des poudingues.

L'ensemble des grès d'Hesloup ne nous a pas paru former un tout irréductible ; leur puissance si considérable, les différences qu'on observe dans leur faciès, l'allure des couches inférieures et enfin la présence du poudingue pourpré à la Michardière, nous fournissent une série de motifs qui nous ont amenés à y distinguer deux assises : *à la base*, les grès inférieurs, c'est-à-dire cambriens (= grès de Sainte-Suzanne), et au sommet, le grès armoricain.

L'accolement de ces deux assises appartenant à deux étages bien distincts, est du reste un fait assez fréquent : les dépôts qui les séparent, dans les régions où tous les niveaux cambriens sont bien représentés (porphyres, poudingues et brèches porphyriques, grès, schistes, etc.), pouvant être très réduits ou même complètement absents. On peut, du reste, distinguer deux faciès dans le grès d'Hesloup, celui de la base étant plus grossier et se rapprochant davantage de celui qui se rencontre ordinairement dans le grès cambrien ; la présence de *Tigillites* trouvés dans les blocs éboulés de la crête, sur la rive gauche de la Sarthe, ne saurait être invoquée contre cette attribution, puisque l'on sait que ces traces ne peuvent être regardées comme caractéristiques de l'un ou de l'autre des deux niveaux (1). La séparation des deux assises nous semble

(1) Nous signalerons sur le versant ouest de la crête d'Hesloup, près du Val, l'existence d'un grès à assez gros grains, et ayant un aspect rubané dû à la présence de zones alternativement grises et brunes, ces dernières devant leur coloration à de l'hématite brune apportée par les eaux. L'étude microscopique de ces grès montre que la silice y a été remise en mouvement et a donné naissance à du quartz en petits grains, lesquels ont servi à recimenter les gros grains de quartz.

même indiquée par une petite vallée, située près du bois Géret, à l'extrémité nord de la bande de grès qu'elle creuse d'un sillon médian, parallèle à la direction des couches, et qui s'atténue en s'enfonçant dans le massif. Les éboulis et surtout l'épaisse couche de limon qui a envahi cette petite vallée, ont été malheureusement un obstacle à la découverte de caractères pétrographiques permettant de distinguer plus nettement les deux assises.

Nous signalerons également une légère dépression dirigée sensiblement N.-S., et qui s'étend à l'ouest et au sud-ouest de l'étang des Rablais ; cette dépression, remplie par une épaisse couche de limon qui cache le sous-sol et qui évidemment ne correspond pas à un affleurement de grès, peut être considérée comme indiquant la limite à établir entre le Cambrien et l'Ordovicien. Plus au sud, à l'ouest de l'étang du Mortier, on trouve à la surface du sol des fragments d'une brèche à éléments fins composée de grains de quartz faiblement arrondis, un peu renourris, et reliés par un ciment sériciteux et quartzeux donnant à cette roche un aspect *blariérritique* ; ces fragments, mélangés aux débris des grès proprement dits, proviennent évidemment du sous-sol : nous n'avons pu découvrir aucun affleurement de cette roche, sauf au nord de Gesnes, où elle a été exploitée ; or, ces sortes de grès bréchoïdes n'appartiennent pas au grès armoricain et représentent plutôt certains niveaux à faciès analogue, qui se trouvent dans le Cambrien, au-dessus des grès de Sainte-Suzanne. Enfin, si nous suivons les couches les plus inférieures du grès d'Hesloup, nous voyons, qu'après avoir disparu sous des lambeaux jurassiques et crétacés à l'ouest de Gesnes, elles réapparaissent au sud de Saint-Léonard pour se souder aux grès cambriens des Colins, qui sont bien distincts de la bande de grès armoricain qui passe dans le bourg même de Saint-Léonard ; ils sont inférieurs à ceux-ci et par conséquent doivent être placés dans le Cambrien. D'ailleurs, les grès exploités près de la Tonnellière, entre Gesnes et Moulins, ne rappellent pas le faciès habituel du grès armoricain ; ils sont à grains grossiers, avec quelques petits lits de schistes verdâtres séparant les couches de grès qui prennent parfois une texture schistoïde.

Les motifs que nous venons d'énumérer, et qui nous ont amenés à établir dans les grès d'Hesloup deux assises distinctes, l'une inférieure cambrienne, l'autre supérieure armoricaine, s'appliquent surtout aux couches inférieures que nous avions tout particulièrement en vue, puisque ce niveau n'avait pas été reconnu jusqu'ici. Quant à l'âge des grès les plus supérieurs, attribués au grès armo-

ricain, il ne peut y avoir de doute à ce sujet, étant donnée la place des schistes à *Calymene* qui les surmontent, ainsi que la présence des fossiles caractéristiques qu'ils renferment : on a en effet signalé, au nord de l'étang du Mortier, la présence de *Lingula Lesueuri*, fossile qui non seulement fournit la preuve de l'âge de ce grès, mais, de plus, indique que l'on se trouve en présence des bancs les plus supérieurs. Quant au grès du bois de Vaux, nous pensons qu'il doit comprendre, tout au moins dans sa partie occidentale, un niveau cambrien et un niveau ordovicien, vu l'importance et l'épaisseur de la bande.

Le mouvement de flexion de la bande de grès, recourbée en arc de cercle contre la faille qui la sépare de la granulite, est nettement accusée au sud-ouest de Saint-Germain-des-Corbeis ; toutefois, cette allure qui affecte toutes les couches du massif paléozoïque, est moins accentuée dans les grès que dans les couches de schistes, plus malléables. Il en est de même de l'action métamorphique de la granulite, qui ici a été moins intense et se réduit au développement du mica dans la partie qui avoisine la roche éruptive.

Schistes de Saint-Barthélemy. — Les schistes qui s'appuient sur le grès armoricain d'Hesloup, n'ont pas fourni jusqu'ici de fossiles caractéristiques, sauf dans le synclinal de Gesnes, où nous avons recueilli *Calymene Tristani*. Leur place stratigraphique, aussi bien que leur faciès, ne laisse aucun doute sur leur âge, que nous regardons, avec tous les géologues qui se sont occupés de la région, comme absolument certain. Quant à l'allure de la bande sinueuse qu'ils dessinent sur la carte, nous avons pu constater, à la suite de nombreuses observations, qu'elle diffère complètement de celle qui lui a été attribuée jusqu'ici ; au nord, sa place est très nettement indiquée dans la dépression qui sépare la crête du Châble du plateau de Saint-Barthélemy, grâce à de beaux affleurements que l'érosion a rendus particulièrement évidents dans la vallée des Riderets. En se dirigeant vers le sud, les schistes sont encore bien visibles à la Mare, puis ils disparaissent à l'est d'Hesloup, sous une épaisse couche de limon, leur présence n'étant plus marquée par aucune dénivellation et leurs fragments devenant plus rares à la surface du sol; toutefois, quelques affleurements permettent encore de jalonner leur direction, comme à la Mare, par exemple, et plus au sud, dans la vallée de Ricourants, qui sépare l'Orne de la Sarthe. Au delà, on retrouve la carrière de Sainte-James (Sainte-Jeanne, d'après l'Etat-Major) où les schistes ont été exploités comme ardoises, puis au Chêne et à l'ouest de la Grande-Ribottière, où ils sont

visibles dans le chemin ; après quoi ils reviennent sur eux-mêmes, sans pénétrer dans la dépression de Bérus, autour de laquelle le grès supérieur et les ampélites forment une ceinture ininterrompue. A l'ouest de Sainte-James, ils reprennent leur direction primitive vers le sud ; on les voit contourner ce dernier village, affleurer dans les champs au nord de cette localité et couper la partie sud du petit bois situé entre ce point et le bourg d'Hesloup ; on les retrouve ensuite près de la ferme des Petits-Nouis, et plus au sud dans des champs où la charrue en ramène de nombreux fragments ; puis (cote 185), dans la partie orientale du bois de la Fère, aujourd'hui mis en culture, et au nord de la ferme de la Retenue où leur présence est rendue très évidente par les nombreux fragments qui jonchent les champs ; ils occupent évidemment les bas-fonds des Rablais et envoient vers le sud-ouest, grâce à un repli du grès armoricain, une digitation accessoire jusqu'à l'étang du Mortier, sur les bords duquel ils affleurent au nord, à l'ouest et au sud.

A partir de l'étang des Rablais, la bande se courbe vers l'est, passe au sud-ouest de Bérus, affleure à la cote 188, puis se creuse ensuite en une vallée qui sépare le bois de Vaux de la crête de la Palestine (la Butte, la Croix, la Commune), et dont la profondeur s'atténue en s'avançant vers l'est. Enfin, on voit ces mêmes schistes à *Calymene* affleurer à la lisière du bois de Vaux, au sud de la ferme de la Commune, ainsi que dans une excavation faite récemment dans la partie sud du parc du château de Bois d'Effre, où ils sont subargileux, noirs, avec une tendance à se diviser en aiguilles. Sur ce dernier point, on peut constater qu'ils sont surmontés par des schistes et des grès schisteux jaunes, tandis que les grès noirs du Silurien supérieur se voient au sud de la ferme, laissant ainsi entre eux et les schistes à *Calymene* la place pour les différentes assises de l'Ordovicien supérieur. Au delà, en s'avançant vers l'est, ces différents niveaux se trouvent cachés sous les dépôts jurassiques.

A la bande de schistes dont nous venons de parler (schistes de Bois d'Effre), dirigée ouest-est et située sur le flanc nord de l'anticlinal du bois de Vaux, correspond une bande analogue sur le flanc opposé, mais celle-ci, qui va de la ferme de la Bretonnière (N. O. de Bethon) vers Gesnes-le-Gandelain, décrit un certain nombre de sinuosités dues aux formes bosselées du flanc sud du synclinal de Vaux, comme aussi à l'érosion qui a plus ou moins entaillé les couches, exagérant ainsi par places l'étendue des affleurements. De plus, plusieurs failles, dont l'une correspond à la petite vallée de Saint-Evroult, ont divisé cette bande en des tronçons dont on trouve

l'indication au nord et à l'ouest du village de la Roche, au sud du vieux Douet, et au nord du petit bois situé à l'ouest de la Chenellière.

Ces schistes, comme les grès qui les accompagnent, disparaissent sous les dépôts bajociens et bathoniens qui occupent le fond de la cuvette synclinale de Gesnes, pour reparaître sur le flanc opposé où ils forment une bande continue dans laquelle nous avons recueilli *Calymene Tristani ;* de là ils se poursuivent vers Saint-Victeur où se trouve un gisement fossilifère depuis longtemps signalé.

Ces différents points de constatation que nous avons tenu à indiquer d'une façon précise, pour en faciliter la recherche sur le terrain, présentent aussi pour nous une réelle importance, puisque ce sont eux qui nous ont permis de séparer rationnellement les deux horizons gréseux et de fixer l'allure générale des bandes qui constituent le massif d'Hesloup.

Parmi les affleurements nouveaux, assez nombreux, que nous avons à citer, l'un d'eux, celui de l'étang du Mortier, était déjà connu, mais avait été rattaché au Précambrien. Cette interprétation ne pouvait s'expliquer qu'en supposant les couches de grès armoricain, disposées horizontalement et percées comme à l'emporte-pièce, de façon à laisser apparaître, sous forme de pointement, les schistes qui leur sont inférieurs. Cette hypothèse doit être d'autant plus facilement abandonnée, que le faciès des schistes est franchement ordovicien et que les scories trouvées dans le lit de l'étang serviraient, s'il en était besoin, à appuyer cette manière de voir ; en effet, ces scories proviennent d'une façon évidente, non de l'exploitation du minerai de fer des marais, ainsi qu'il a été dit, mais de celle des niveaux ferrugineux qu'on trouve vers la base des schistes à *Calymene*. L'existence de ce minerai de fer ordovicien presque au contact du grès armoricain, nous a d'ailleurs été signalée, non loin de là, à la limite de la Sarthe et de l'Orne, sur le flanc ouest de la vallée qu'occupait autrefois l'étang des Rablais ; rappelons à ce sujet que Blavier avait indiqué, dans les mêmes schistes, un niveau « très ferrifère à structure obtusément oolithique et analogue à la chamoisite » ; ce niveau ferrugineux nous a du reste souvent servi à fixer l'âge des schistes supérieurs au grès armoricain. Nous ajouterons encore que c'est également sur le trajet de la bande de schistes à *Calymene Tristani* que se trouvait la forge de la Houssaie (sud de Bérus), abandonnée depuis longtemps, mais dont on retrouve de nombreuses traces, sous forme de scories, dans les champs situés au nord du bois de Vaux.

Au contact du massif granulitique, le métamorphisme, dont nous

avons déjà signalé l'intensité dans les schistes et les calcaires (Précambrien et Cambrien), à l'ouest du massif d'Hesloup, reprend ici son importance, et son action se fait vivement sentir à l'est de Saint-Barthélemy ainsi qu'au nord, à l'entrée de la vallée des Riderets. Dans le premier de ces gisements, nous signalerons des cristaux d'andalousite de quatre à cinq centimètres de long (type de Sainte-Brigitte), beaucoup de mica noir, et par places de la chlorite en abondance. Dans le second, les schistes sont devenus assez compacts; le métamorphisme y a développé d'abord du mica, puis de grands cristaux d'ottrélite. La présence de ce minéral a d'ailleurs été signalée tout récemment par M. de La Durandière (18). Nous ajouterons d'après les renseignements qui nous ont été fournis par M. Michel-Lévy, qu'il existe un peu d'hématite rouge dans la roche, et que ce minéral existe concurremment avec des traces de matières charbonneuses dans les cristaux d'ottrélite.

Grès de Saint-Barthélemy et des Aunais et ampélites. — La troisième bande qui concourt à la formation du massif d'Hesloup, est constituée par des grès souvent très puissants, compris entre les schistes à *Calymene* et les ampélites du Silurien supérieur. La place qu'ils occupent, leur épaisseur et les différents dépôts qu'on y rencontre, indiquent qu'ils comprennent, réunis sous un même faciès gréseux, tous les niveaux de l'Ordovicien, supérieurs aux schistes à *Calymene Tristani* proprement dits, ainsi que les grès de la base du Gothlandien (grès culminant). Il y a donc lieu de distinguer dans le grès de Saint-Barthélemy, comme nous l'avons fait pour celui de l'Hesloup, au moins deux niveaux d'âge très distinct; si cette séparation est parfois difficile à définir, elle n'en est pas moins très nette sur certains points où, à défaut de fossiles, le faciès suffit à établir une différenciation marquée.

Au-dessus des schistes à *Calymene*, les grès sont un peu sableux (nord de l'étang des Rablais), parfois se colorent de taches violacées, et rappellent le faciès du grès de May; à l'ouest de Saint-Barthélemy ils alternent avec des couches de schistes argileux et, sur d'autres points, renferment de petits fragments de schistes provenant de la destruction de couches du niveau à *Calymene Tristani*. C'est à ce niveau que nous plaçons les grès qui surmontent directement la bande de schistes à *Calymene* et en suivent les ondulations, ainsi que ceux qui sont exploités au sud d'Alençon, dans la grande carrière dépendant de la crête de la Tuilerie.

(1) Lacroix. Minéral. de la France. T. 1, p. 43.

Sur d'autres points, au contraire, on trouve des quartzites noirs, en bancs très nets, généralement peu épais, séparés par de petits lits schisteux de couleur très sombre, le tout surmonté par des argiles ampéliteuses : Tels sont les quartzites exploités à la ferme des Aunais (sud-ouest d'Alençon). Ce sont également eux qu'on a rencontrés récemment en faisant un puits à la Carlière (sud-est de Saint-Barthélemy); ils ont d'ailleurs servi en majeure partie à la construction de l'ancien manoir et nous les avons vu affleurer au nord de la ferme, sur le bord de la mare qui était presque entièrement desséchée à la fin de l'été 1897. Plus loin, vers l'est, à l'extrémité de la digitation gréseuse qui se dirige vers Arconnay (la Girardière, la Touche), le grès du Silurien supérieur se montre également (1).

Ce grès est caché entre le village de la Chapelle et celui de la Thibaudière par des dépôts jurassiques surmontés d'un petit lambeau cénomanien, mais, dans la dernière localité, on l'a rencontré au fond de la fouille faite pour le puits. Ce même grès affleure plus au sud sur les deux rives du ruisseau des Rablais, à la Giraudière et à Surmont, et son âge est confirmé par la présence de schistes ampéliteux dont l'affleurement est actuellement très net dans les talus de la route entre les Aitres et la ferme de Surmont.

Nous tenons tout particulièrement à signaler ce gisement qui est destiné à disparaître, car ces schistes se décomposent rapidement pour donner naissance à des argiles noires; parfois, celles-ci se décolorent et prennent une teinte grise, ou même deviennent complètement blanches, par suite d'une oxydation qui se produit lorsqu'elles ont été longtemps exposées à l'air. Les schistes ampéliteux du Silurien supérieur qui se désagrègent avec tant de facilité, ont dû être transformés rapidement après le redressement des couches en une argile imperméable qui, remaniée dès l'époque jurassique, a tapissé tout le fond du synclinal. Ce dépôt, recouvert actuellement par du calcaire bajocien et bathonien, affleure seulement sur le pourtour de la dépression de Bérus, mais on constate sa présence dans la partie centrale de cette petite plaine,

(1) Le puits de la Grandinière, ferme située à l'ouest de la Touche, sur le chemin allant de La Chapelle a Arconnay, a donné la coupe suivante :

Terre végétale	1m30
Argile bleue	0m50
Sable blanc gras	1m
Grès noir en couche horizontale	1m30
Ampélite	0m15
Grès blanc friable	0m15

chaque fois qu'un puits atteint une assez grande profondeur pour traverser l'ensemble du calcaire jurassique. C'est ainsi qu'à la Grouas, dont le nom indique suffisamment la présence du Jurassique moyen (1), on a rencontré, au fond du puits, des argiles ampéliteuses avec nodules et fer sulfuré. Tout le pourtour du calcaire secondaire qui occupe le fond de la cuvette de Bérus, laisse voir, grâce à l'érosion, les ampélites en place. Nous avons cité au nord les schistes ampéliteux et les argiles noires de Surmont et des Aitres ; nous pouvons ajouter que les mêmes argiles occupent les bas-fonds marécageux de la Grisonnière et du Pâtis et qu'elles ont été exploitées autrefois à la Poterie. A l'ouest de Bérus, elles affleurent dans le fossé de la route et ce sont encore elles qu'on a retrouvées en couches blanches (3 mètres) ou noires (0,20 c.), au village de la Noe, après avoir traversé trois mètres de calcaire jurassique. Sur le flanc sud de la cuvette de Bérus, mêmes constatations : en suivant la crête de grès de la Commune, on trouve sur son versant nord des gisements d'argile ampéliteuse (la Rivière, Bois d'Effre), ou des puits (la Commune) qui ne laissent aucun doute sur la présence de cet horizon. Ce que nous venons d'indiquer pour la cuvette de Bérus, se retrouve également dans le synclinal de Gesnes ; les affleurements des grès du Silurien supérieur et des ampélites sont nombreux sur le flanc sud de l'anticlinal de Vaux, et les indications fournies par les puits viennent également confirmer l'existence de ces dépôts dans toute la région (2).

Après avoir disparu sous les calcaires jurassiques de Gesnes, ces couches réapparaissent pour aller former l'autre flanc du synclinal,

(1) Le terme de *grouas* est appliqué dans le Maine aux régions naturelles dont le sous-sol est constitué par les calcaires bajociens et bathoniens, et par extension au calcaire lui-même.

(2) Le puits du Livet est exclusivement creusé dans le grès gothlandien, mais celui de Terras, situé plus au sud, a démontré l'existence de couches d'argiles noires (7 mètres d'épaisseur), que recouvrent 3 m. de calcaire jurassique. Les puits de la Gadellière et de la Ranobière ont été creusés dans les argiles ampéliteuses. Ce dernier a même fait supposer la présence d'un gisement de charbon, et des recherches naturellement bien inutiles ont été entreprises sur ce trompeur espoir. A Vallas, le Jurassique qui recouvre les ampélites avec nodules n'a qu'un mètre d'épaisseur ; mais au Douet, ces calcaires sont beaucoup plus épais, et on les voit dans la paroi abrupte du coteau, derrière la ferme, reposer horizontalement sur les tranches du Silurien supérieur dont les bancs, relevés verticalement, sont constitués par des alternances de grès et de schistes ampéliteux. Les schistes ampéliteux fossilifères ont d'ailleurs été signalés par Triger et Guillier à l'ancien petit moulin de Vaux. Un puits récemment creusé à la cave (N. E. du chemin de Vaux), témoigne nettement du remaniement des argiles ampéliteuses à l'époque secondaire, car nous y avons trouvé des fragments de coquilles jurassiques.

et si nous les suivons vers le sud-ouest, nous trouverons une nouvelle preuve de l'accollement des deux grès (Ordovicien moyen et Gothlandien) au sud de Gesnes, et plus loin, en suivant la courbe que décrivent les bandes siluriennes, dans la carrière exploitée au nord-ouest de Saint-Victeur. En effet, lorsqu'on quitte cette localité pour se diriger vers le nord-est, on traverse une crête de grès armoricain (cote 139), puis on trouve une petite dépression où le Bajocien cache les schistes à *Calymene*, et enfin on arrive à une seconde bande de grès exploitée pour le macadam (château de Meslay) dont la base est constituée par des couches grises (Ordovicien), tandis que les bancs les plus supérieurs sont formés par des quartzites noirs (Gothlandien), avec indication entre les strates de schistes ampéliteux.

Le mode de constitution de la cuvette de Bérus et du synclinal de Pail. peut évidemment fournir des indications sur les deux autres dépressions qu'il nous reste à décrire au nord (Saint-Barthélemy), et au nord-est (la Bouverie) du massif d'Hesloup. Dans la première, un dépôt bathonien et un petit lambeau cénomanien, puis une épaisse couche de limon cachent complètement le sous-sol paléozoïque ; toutefois il est présumable que l'on doit voir là les traces d'une cuvette gothlandienne se prolongeant au N. N. E. en un petit synclinal qui correspond à la vallée du ruisseau des Aunais ; ce qui nous a amenés à cette conception, c'est tout à la fois : l'ordre de succession des couches et leur ordonnancement à l'ouest et au sud de la dépression ; l'horizontalité des grès gothlandiens à la Carlière, une tendance sur certains points à plonger à l'est ; enfin, la disposition synclinale de ces grès le long de la vallée des Aunais.

Si dans la carrière ouverte près de la ferme des Aunais les couches plongent à l'ouest, c'est qu'en ce point elles occupent le flanc occidental d'un anticlinal dont l'autre flanc, plongeant à l'est, se relève de l'autre côté de la petite vallée ; nous avons pu constater ce fait dans une excavation actuellement comblée, dans laquelle nous avons vu des couches de quartzites noirs en plaquettes, alternant avec des schistes ampéliteux qui ne peuvent être considérés comme inférieurs au grès des Aunais, le faciès indiquant plutôt un niveau supérieur.

Ces quartzites noirs gothlandiens sont nettement supérieurs aux grès blancs ordoviciens de la crête de la Tuilerie, largement exploités à l'est de la route. Ces derniers ont des directions assez variables sur un petit espace, mais leur plongement reste néanmoins toujours sensiblement à l'ouest ; ils s'arrêtent brusquement contre

la faille qui les sépare du massif de granulite et s'élèvent, par suite de la dénivellation que celle-ci détermine, au-dessus de la plaine d'Alençon. A leur pied, le Jurassique forme encore actuellement des lambeaux que l'érosion a enlevés par places, laissant apercevoir de temps à autre le sous-sol granulitique. Les dépôts secondaires débutent par des sables avec des gros galets, lesquels existent non seulement au pied de la falaise de grès, mais aussi sur les tranches franchement arasées des bancs, apportant ainsi la preuve des mouvements qui ont eu lieu postérieurement aux dépôts bajociens. La faille terminale qui met en contact le grès ordovicien avec le granulite n'est d'ailleurs pas isolée, elle est accompagnée de cassures parallèles, dont quelques-unes, larges de 3 m. environ et remplies par des éboulis de grès, apparaissent au fur et à mesure que le front de taille s'avance dans l'intérieur du massif.

En même temps que la crête gréseuse de la Tuilerie domine au nord la plaine d'Alençon, elle s'élève de même au-dessus de la dépression de la Bouverie située à l'est. Cette dépression est occupée par une épaisse couche de limon cachant entièrement le sous-sol et ne laissant voir qu'un pointement de schistes granutilisés faisant saillie près de la ferme de la Bouverie. L'extension de ces schistes métamorphiques que nous avons retrouvés dans les déblais d'un puits creusé à Grogné, est impossible à fixer ; il en est de même de leur âge : leur faciès est évidemment analogue à celui des schistes du Chable et de Chatillon, de l'autre côté du massif d'Hesloup, et porte à les considérer comme de même âge, mais il ne peut fournir aucune preuve certaine de leur synchronisme. Vraisemblablement ils sont séparés de la crête gréseuse de la Tuilerie par une faille dirigée N. N. E.-S. S. O. Quant aux dépôts argileux qui occupent tout ce bas-fond souvent marécageux, ils nous paraissent résulter de la décomposition des schistes en question, ainsi que de celle des ampélites qu'on rencontre au sud sur le versant de la crête de la Touche. Ce sont ces mêmes argiles noires remaniées qui forment la base du Jurassique à la Chevalerie, lequel a dû remplir toute cette dépression.

Il nous reste à indiquer quel rôle semblent jouer dans la constitution du sous-sol les affleurements gréseux qui apparaissent à l'est de Bérus et de Béthon, sous forme de bandes ou de pointements isolés, au milieu des dépôts jurassiques. Ils paraissent être les restes d'une ceinture ayant fermé à l'est le synclinal de Bérus, indiquant ainsi qu'il formait une véritable cuvette ; en effet, deux petits pointements de grès émergeant au milieu du Jurassique,

semblent bien indiquer la présence d'une crête, actuellement recouverte, et reliant la pointe du Tertre à celle de Bois d'Effre. Nous n'avons pu, malheureusement, vérifier cette hypothèse, par suite du peu d'étendue de ces deux affleurements, de l'absence de fossiles et de la similitude des grès de toute cette région, et du manque absolu d'indication certaine sur la direction et l'inclinaison des couches ; caractère qui fait généralement défaut, tandis qu'au contraire des cassures parallèles entre elles, généralement perpendiculaires à la véritable direction des bancs, peuvent facilement mettre dans l'erreur. Quoi qu'il en soit, l'opinion émise ci-dessus nous semble corroborée par la présence d'une crête gréseuse assez importante située plus à l'est, entre la butte de Grennes et celle de Vermont et dont la direction est N. N. O.-S. S. E. ; cette crête paraît correspondre à la charnière d'un anticlinal de grès armoricain, sur le flanc oriental duquel nous avons constaté la présence de schistes ardoisiers ordoviciens (schistes à *Calymene Tristani*) inclinés à l'est et surmontés par des grès.

Résumé. — Dans cette note nous avons montré que le massif d'Hesloup et St-Barthélemy, avec sa digitation du Bois de Vaux, devait être considéré comme une annexe du flanc nord du synclinal de Pail dont il conserve d'ailleurs les caractères structuraux, se décomposant comme lui en une série de petites cuvettes (St-Barthélemy, Bérus, Gesnes), que séparent des anticlinaux gréseux (La Tuilerie, la Touche, Bois de Vaux). De plus, nous avons établi que dans ce flanc, comme dans celui qui lui est opposé, on retrouve différentes assises du Cambrien (Poudingue pourpré, Calcaire magnésien, Grès zonés, Grès de Sainte-Suzanne) qui jusqu'alors n'avaient pas été reconnues ou avaient été rattachées soit au Précambrien, soit au Grès armoricain. De plus, l'allure de la bande de schistes à *Calymene Tristani* est entièrement différente de celle qui avait été tracée dans les cartes précédentes. Enfin, nous avons indiqué que les grès compris entre les schistes à *Calymene Tristani* et les ampélites, doivent être considérés comme représentant, réunis par un même faciès, les assises de l'Ordovicien moyen et supérieur ainsi que les grès de la base du Gothlandien.

M. **Marcel Bertrand** fait remarquer l'intérêt considérable de la note de MM. D. P. Œhlert et Bigot, non seulement au point de vue de l'étude des terrains anciens, mais aussi à celui des rapports si extraordinairement précis entre les plis paléozoïques et les sinuosités actuelles de la bordure jurassique.

M. Marcel Bertrand présente, au nom de M. **Guébhard**, une note : *Sur la présence du Miocène dans le vallon du Bès (commune de Courmes, Alpes-Maritimes)*.

L'auteur signale la présence du Miocène avec tous les fossiles de Saint-Jeannet-Tourrettes (*Clypéastres, Scutelles, grands Pectens*, etc.), à l'altitude inattendue de plus de 700 m., dans un ravin affluent-sud du vallon du Bès, à la limite méridionale de la commune de Courmes (Alpes-Maritimes).

Cet important lambeau miocène, prolongeant une longue bande chaotique de poudingue éocène et de Crétacé, surmontée par l'Infra-Lias du pied de la montagne de Courmettes, forme le débouché, sur le Loup, d'un synclinal étiré de son flanc supérieur et arrivé, sous forme d'un long coin tithonique enfoncé dans l'Infra-Lias, de la direction de Tourrettes même, par l'est du château de Courmettes, et passé, par conséquent, sur un espace relativement restreint, de l'altitude de 350 m. environ à celle de plus de 800, pour aller retomber à 500 à peu près, au Saut-du-Loup.

Ce point lui-même constitue un centre tout à fait extraordinaire où viennent converger en étoile des plis arrivés de toutes les directions. Ayant complètement déterminé les tracés de la rive droite du Loup, j'ai pu compter, pour le moins, six lignes synclinales, venues, de ce côté, se croiser là, sans compter plusieurs autres qui s'arrêtent un peu à l'est d'un village voisin, Gourdon. Presque toutes les premières semblent avoir leur continuation sur la rive gauche du Loup et il n'est pas douteux que l'étude de ces parages n'aboutisse à compliquer singulièrement l'idée de structure que pouvait donner l'apparente simplicité orographique de la grande ligne d'abrupts qui, du Var au Loup, sépare des premiers hauts plateaux des Alpes-Maritimes la région basse des oliviers.

SUR LA COORDINATION ET LA RÉPARTITION DES FRACTURES ET DES EFFONDREMENTS DE L'ÉCORCE TERRESTRE EN RELATION AVEC LES ÉPANCHEMENTS VOLCANIQUES

par M. **A. MICHEL-LÉVY.**

(Planche I).

L'étude de l'évolution des magmas éruptifs conduit nécessairement à celle des circonstances qui accompagnent leur ascension à travers les fractures de l'écorce terrestre et leur épanchement à sa surface; un grand nombre de questions connexes à ces deux ordres d'idées se présentent en effet à l'esprit : pourquoi certains alignements à la façon des Andes, par exemple, montrent-ils, sur des longueurs énormes, une grande homogénéité quant à la nature et à l'évolution des magmas éruptifs qui les jalonnent ? Pourquoi certains effondrements en ovale, à la façon de ceux de la Méditerranée, offrent-ils au même point de vue les contrastes les plus frappants, les dissemblances les plus caractérisées ?

Ici, plus encore que dans notre précédente note sur les magmas éruptifs, nous nous excusons à l'avance d'être forcé de quitter le domaine des faits positifs pour nous aventurer dans celui des hypothèses ; mais l'esprit n'est satisfait que lorsqu'il a cherché à grouper et à synthétiser les faits péniblement amassés et c'est seulement par approximations successives que les hypothèses, ainsi édifiées, groupent un nombre croissant de données positives.

D'ailleurs, nous avons été précédé dans cette voie par d'illustres devanciers : Elie de Beaumont s'appuie sur les alignements volcaniques pour orienter son réseau pentagonal. M. Suess pose en principe que les appareils volcaniques sont les petits retentissements externes d'un grand phénomène profond ; il est de vérité banale d'avancer *a priori* que les sorties de roches éruptives jalonnent toujours de grandes fractures de l'écorce terrestre ; M. Suess nous a montré en outre qu'elles sont souvent associées aux effondrements variés que cette écorce a subis ; le poids des voussoirs enfoncés a été certainement l'un des facteurs dominants de l'ascension des magmas fondus de la profondeur. M. Marcel Bertrand a insisté

sur la liaison des principaux centres d'éruption avec les zones plissées de l'écorce terrestre et sur la nature souvent acide des éruptions les plus centrales ; les alignements lui paraissent appartenir à un réseau orthogonal.

Les deux idées dominantes de MM. Suess et Marcel Bertrand ne sont d'ailleurs nullement exclusives l'une de l'autre ; il est en effet toute une catégorie d'effondrements qui doivent suivre et qui suivent en effet les zones de plissement de l'écorce terrestre : d'abord ces zones jalonnent les points les plus faibles, le long desquels la diminution du diamètre de la terre doit amener des chutes de voussoirs ; à la surface, cette rupture de la voûte fait naître des forces de réaction tangentielle, d'où proviennent les plissements multiples des pieds droits. Quand ces plissements se sont accomplis et qu'il y a rémission des forces tangentielles, l'action de la pesanteur qui n'a jamais cessé d'être le vrai facteur de tous ces mouvements, retentit de nouveau jusqu'à la surface et des effondrements variés se produisent à la place même des plis superficiels.

Ainsi, le long des zones faibles de l'écorce terrestre, il faut s'attendre à une succession d'effondrements, de plissements et de nouveaux effondrements, et nous devons trouver, dans l'état actuel du globe, la trace à divers degrés d'avancement de cette succession de phénomènes.

Nous allons d'abord essayer de classer les divers genres d'effondrements que nous présente la nature, en distinguant ceux qui suivent les zones de plissement et ceux qui n'en épousent ni la place, ni la direction (1).

I. — Effondrements suivant les plissements.

Dans ce qui va suivre, nous puiserons surtout nos exemples le long des plissements les plus récents qui comprennent, comme l'on sait, une sorte d'équateur méditerranéen, rejoignant aux Antilles d'une part, à la mer de Banda de l'autre, l'anneau pacifique ; quant à ce dernier, il est composé de deux demi-grands cercles presque méridiens.

MM. Suess et Marcel Bertrand ont fait ressortir que les plis méditerranéens ont varié de place pendant les périodes géologiques et se sont sensiblement resserrés en un fuseau de plus en plus

(1) Je tiens à remercier ici M. de Margerie des excellents conseils qu'il a bien voulu me donner au sujet de cette note, notamment au point de vue des récentes publications concernant les régions volcaniques.

étroit, tandis que les plis pacifiques sont sensiblement restés à leur place actuelle, au moins depuis le Trias.

Ces diverses chaînes de montagnes sont tantôt doubles, c'est-à-dire en éventail plus ou moins complexe, à plis déversés en sens opposé, de part et d'autre de la zone plissée; tantôt simples et à plis déversés dans un sens.

Dans le premier cas, la chaîne de montagnes peut être réellement comparée à une voûte, à pieds droits déversés vers le vide et écrasés, à clef partiellement effondrée.

Dans le second cas, la précédente comparaison ne s'applique plus et il s'agit bien plutôt, en profondeur, d'une série de plis monoclinaux en escalier, rappelant les failles séparatives des zones alpines de Lory. M. de Lapparent a parfaitement décrit cet appareil dissymétrique, à propos du relief terrestre (1).

A. — Or, à chaque système de plis, correspondent des effondrements ou des cassures bien distincts; nous considérerons d'abord les *chaînes doubles* et, en premier lieu, celles qui sont, comme les Alpes, très sinueuses, de largeur irrégulière, à éventail localement très écrasé.

a. *Effondrements en ovales méditerranéens.* — Les effondrements y sont de forme plus ou moins arrondie, sans allongement notable dans un sens déterminé. Des Antilles à la mer Egée on peut en relever de nombreux et probants exemples; leurs bords sont, en général, fortement volcanisés, à l'exception des effondrements qui empiètent sur les terrains non plissés en avant de la chaîne; M. Suess a remarqué, à juste titre, que ceux-là sont presque toujours stériles.

Dans chacun des cas, il convient de considérer l'âge des effondrements, celui des plis voisins, l'époque et la durée des éruptions, enfin leur succession au point de vue de la nature et de l'évolution des produits de chaque centre.

Une rapide énumération des principaux ovales méditerranéens permet de constater que leur caractéristique est l'extraordinaire variation, à courte distance, de ces diverses données.

Dans la mer des Antilles, les plis sont d'âge post-crétacé; l'ère des effondrements et du volcanisme débute avec l'Oligocène; les éruptions ont continué jusqu'à nos jours et ont fourni des produits très variés, andésites, rhyolites, basaltes.

La Méditerranée occidentale présente, entre l'Espagne et l'Italie, deux effondrements triangulaires à bords arrondis, séparés par la Corse et la Sardaigne. L'âge des plissements s'échelonne entre la

(1) Traité de Géologie, 3e édition, p. 73.

fin du Crétacé et celle du Miocène. Les effondrements sont nettement antérieurs au Pliocène : M. Munier-Chalmas a fait ressortir que la rupture de la chaîne Bétique a permis la pénétration, dans ces fosses d'effondrement, de la faune atlantique reconnaissable à son faciès pré-pliocène et bien distincte du faciès asiatique des dépôts pontiques. Cependant, divers petits effondrements locaux de la Toscane remontent au Miocène inférieur et certaines éruptions de rhyolites de la Toscane, de labradorites d'Antibes et du cap d'Aglio paraissent dater de la fin de l'Eocène.

En somme, les phénomènes volcaniques importants de ces deux effondrements ont commencé avec le Pliocène et durent encore dans la partie la plus orientale.

Rien de plus varié que les produits rejetés par des centres volcaniques cependant très voisins, dans cette partie orientale : il suffit de rappeler la série riche en potassium du Vésuve, en sodium de Pantellaria, en calcium de l'Etna.

Les effondrements multiples de Vienne, de Gratz et Guns, de la Hongrie et de la Transylvanie participent des mêmes propriétés ; les plis, très anciennement ébauchés, se prolongent jusqu'après le dépôt du Schlier ; quant aux effondrements, ceux de Schemnitz et de la Transylvanie sont antérieurs à l'Oligocène et les éruptions y ont débuté dès la fin de l'Eocène supérieur pour continuer jusqu'au Pliocène. Les effondrements de Vienne, de Gratz et d'une partie de la Hongrie sont postérieurs à l'Helvétien, antérieurs au Tortonien, et par conséquent plus récents que les précédents.

Le dernier effondrement méditerranéen, à l'Est, est celui de la mer Egée ; il date de la fin du Pliocène ; son arc méridional est encore en activité. Les travaux de M. Fouqué à Santorin, ceux de M. Washington à Egine, ont démontré la grande variété des produits rejetés, qui ne peuvent se grouper en une seule famille, caractérisée par un rapport à peu près stable entre les alcalis.

D'après les derniers travaux de M. A. Philippson (1), la clef effondrée s'est ici subdivisée en un grand nombre de fragments plus ou moins enfoncés ; la plus méridionale des fosses aurait commencé à s'enfoncer dès le Miocène et existait déjà à l'époque pliocène ; les épanchements éruptifs, principalement trachytiques et andésitiques, plus rarement basaltiques, occupent les bords relevés des fosses les plus profondes.

Il semble que la région des Hautes Alpes, entre les lacs suisses et italiens, prépare un affaissement analogue à ceux que nous

(1) *Annales de Géographie*, 15 mars 1898, 32, 7e année, 112-141.

venons d'énumérer; c'est du moins la conclusion qu'il faudrait déduire des théories professées par M. Heim, pour expliquer la profondeur de certains lacs et la disposition de certaines strates d'alluvions.

b. *Effondrements en tables étoilées du type Colorado.* — Nous rangerons hypothétiquement parmi les chaînes doubles l'ensemble des Montagnes Rocheuses et de la Sierra-Nevada. L'intervalle est composé, en partie, de plateaux en forme d'immenses tables, étoilées de cassures multiples, en partie de plis également segmentés et tronçonnés. Ces champs de cassures et les effondrements partiels qui intéressent certains des segments ainsi découpés, ont été comparés par M. Suess aux étoilements que subirait un champ de glace épaisse, dont la surface inférieure, par suite de l'abaissement du niveau de l'eau sous-jacente, serait venue buter çà et là contre les têtes de pieux clairsemés.

En somme, ces vastes clefs de voûte effondrées ont laissé sortir, aux Etats-Unis, un véritable déluge de produits éruptifs qui, à l'inverse de ceux des ovales méditerranéens, paraissent conserver un air de famille sur de grandes étendues.

La description, même sommaire, des principaux centres de l'activité volcanique présente de grandes difficultés, tant à cause de la complexité des phénomènes observés que de leur apparente opposition : ainsi, nous avons admis que l'ensemble Montagnes Rocheuses-Sierra Nevada constituait une imposante chaîne double à large clef tantôt plissée sous les éruptions volcaniques (Yellowstone), tantôt en tables (Colorado). Cependant, le pli-faille des Elk Mountains, dans le Colorado, est dirigé vers l'ouest; tout au contraire, le chevauchement principal de la Sierra Nevada serait, d'après M. Diller, poussé vers l'est. Il y a donc certainement des éventails partiels, interrompant la poussée générale des Montagnes Rocheuses vers l'est et de l'ensemble Sierra Nevada-Coast Ranges vers l'ouest.

Quoi qu'il en soit, les plissements des Montagnes Rocheuses sont postérieurs au Laramie (Crétacé supérieur) et même partiellement aux couches de Fort-Bridger (Oligocène). Les chaînes, même intérieures, telles que les Monts Wasatch et Uintah, présentent une série bien concordante, redressée et plissée, au moins jusqu'au Crétacé supérieur inclusivement.

Les plissements de la Sierra Nevada s'intercalent entre le Jurassique et le Néocomien (T. W. Stanton); cependant, ils ont continué dans les Coast Ranges pendant une grande partie du Tertiaire (Lawson).

Les plus grands affaissements intérieurs à cet ensemble datent de l'Eocène; la sédimentation lacustre de cet âge a envahi le bassin du Green River.

Quant au début des éruptions volcaniques, il remonte jusqu'aux dernières couches crétacées, postérieures au Laramie : couches de Livingstone, Ohio, Ruby-Beds.

C'est principalement au centre des plateaux du Colorado que les géologues américains ont découvert et étudié les admirables exemples de laccolites auxquels nous avons récemment comparé le porphyre bleu de l'Esterel. On doit à M. W. Cross (feuille Anthracite crested Butle, Colorado, 1894) les contours de ces laccolites, composés de micro-diorite quartzifère et de micro-granulite basique; leurs champignons intéressent toutes les couches jusqu'aux Ruby-Beds ; M. Cross suppose même qu'une épaisse couche de dépôts éocènes préexistait à leur intrusion ; mais ce n'est là qu'une hypothèse.

Quant à la série volcanique principalement néogène, c'est au Yellowstone que M. Iddings en a décrit l'ensemble le plus complet; elle forme une masse discordante sur les couches de Livingstone et comporte de bas en haut des brèches andésitiques acides, puis basiques, avec intercalation de coulées trachytiques ; par dessus s'épanchent d'immenses coulées de rhyolites pouvant s'empiler sur 2000 m. d'épaisseur. Le tout se termine par des éruptions basaltiques qui, dans l'Idaho, peuvent atteindre 300 m. de puissance.

En Californie, d'après M. Diller, les terrains triasiques et jurassiques comportent une série éruptive, composée de bas en haut de diorites et de péridotites intrusives, puis de diabases et porphyrites. Pendant le Néogène, l'activité volcanique se manifeste par une succession d'andésites à hornblende, puis à hypersthène, de rhyolites, de dacites et de basaltes. M. Diller rapporte enfin au Pléistocène de nouveaux basaltes à quartz libre.

En résumé, les types de cassure, représentés par les plateaux étoilés du Colorado, donnent naissance à des produits volcaniques qui conservent un air de famille sur d'immenses étendues ; ils assurent visiblement des communications largement ouvertes, sur de grandes longueurs, entre les réservoirs infra-telluriques.

B. — Nous en avons fini avec les effondrements intérieurs aux chaînes doubles, en éventails plus ou moins resserrés ou flexueux. Il nous reste à étudier les divers modes de cassures et d'effondrement qui affectent les chaînes de *plissements simples*, poussés d'un seul côté et bordant généralement les rivages que M. Suess a quali-

fiés de rivages à faciès pacifique. On peut y distinguer deux subdivisions, suivant que les traînées volcaniques sont composées d'arcs courbes, greffés les uns sur les autres, comme au voisinage du Japon, ou suivant que ces arcs se prolongent sans reprise sur de grandes longueurs, comme ceux des Andes.

a. Effondrements en arcs imbriqués, du type Japon. — Un simple coup d'œil jeté sur une carte suffit pour distinguer les traînées volcaniques qui accompagnent la rive orientale de l'Asie, le long du Pacifique, des effondrements étudiés jusqu'à présent. Elles sont beaucoup plus allongées, ne présentent de forme circulaire fermée qu'au voisinage de la rencontre du système alpin (Mer de Banda), et sont généralement constituées par une série de longs arcs, qui se greffent, les uns sur les autres, de façon à présenter toujours leur convexité du côté opposé à la poussée des forces tangentielles.

Les effondrements, souvent fort étroits, suivent en somme les lignes directrices des plissements et doivent correspondre en profondeur aux gradins monoclinaux qui les ont fait naître.

Il est fort remarquable qu'un pareil régime de volcanisme ne s'applique pas aux chaînes en éventail : les effondrements méditerranéens cessent à partir du Caucase ou tout au moins à partir de la Perse, précisément au point où le régime, dit asiatique par M. Suess, commence à montrer ses séries de plis tous poussés vers le sud. Seule, la greffe de l'archipel malais sur les arcs pacifiques rappelle les effondrements en ovale, sans doute parce que le rapprochement de forces tangentielles, dirigées vers le sud-ouest et vers l'est, correspond en profondeur à des voussoirs plus restreints et moins linéaires.

On possède des données assez complètes sur quelques-uns des arcs pacifiques occidentaux ; ainsi, au Japon, le volcanisme affecte trois modes distincts : il suit une ligne de fractures longitudinales, parallèle aux plissements post-crétacés et comprenant la mer intérieure ; une rupture transversale se greffe sur une charnière des plis (Schichito) et amorce un nouvel arc volcanisé qui passe par les volcans des Iles Marianes ; enfin, le volcanisme occupe quelques affaissements circulaires tout à fait locaux sur les rivages occidentaux de l'Ile de Nippon.

D'après M. Harada, il existe au Japon des granites crétacés, passant à des granites à amphibole et à des diorites, et donnant naissance à des apophyses de micro-granites. De grands épanchechements de porphyre pétrosiliceux, accompagnés de diabases et de péridotites, apparaissent au-dessus du Crétacé supérieur. Puis

viennent les éruptions volcaniques mio-pliocènes dans l'ordre suivant : basaltes, andésites, dacites, trachytes rares, rhyolites abondants. Enfin, pendant la période quaternaire et actuelle, dominent les basaltes et les andésites augitiques basiques.

M. C. Iwasaki a signalé, aux environs de Tokio, des roches intrusives post-miocènes, analogues aux Andendiorites de M. Stelzner.

b. *Effondrements et cassures en alignements prolongés du type Andes.* — Les arcs du type Andes se prolongent sans reprises sur de grandes longueurs ; ils ne présentent plus cette disposition imbriquée qui caractérise le type Japon. Les Andes, la chaîne birmane et ses attaches aux îles de la Sonde nous fournissent les exemples les plus probants de ces longues fractures linéaires parallèles aux lignes directrices des plissements, et probablement aux plis monoclinaux de la profondeur.

M. Suess a fait remarquer que plusieurs des arcs volcanisés, auxquels nous venons de faire allusion, sont segmentés par des cassures transversales : cette segmentation est évidente pour l'archipel malais ; elle existe aussi au droit des principaux volcans de l'Amérique centrale, et, au sud des Andes, près de l'île Chiloë.

C'est le long de ces lignes de cassures du type Andes que le caractère et la similitude des séries éruptives se conservent sur les plus grandes longueurs. Nous choisirons, comme exemple, l'histoire très résumée des éruptions des Andes ; on sait qu'elles se composent de trois ou quatre chaînes, parallèles à la côte du Pacifique et poussées vers les fonds océaniens. De l'ouest à l'est, on trouve la Cordillère des côtes, crétacée ? paléozoïque et cristallophyllienne ; vient ensuite une large dépression, jalonnée au sud par un bras de mer. Alors seulement se dressent deux ou trois Cordillères, séparées par une ou deux vallées profondes. MM. L. Wehrli et C. Burckardt, qui viennent d'étudier la traversée des Andes au droit d'une de leurs parties les plus volcanisées, les considèrent comme une région de plissements typiques, où fractures et effondrements, tout au moins superficiels, ne jouent qu'un rôle très secondaire.

La chaîne la plus orientale est en granites et en roches cristallophylliennes ; les occidentales, en terrains secondaires, percés de culots de granites récents et couronnés d'épanchements trachytiques et de volcans encore actifs, généralement andésitiques.

Le Rhétien est composé d'arkoses et d'épanchements porphyriques. Puis vient un Lias à Gryphées et un Jura brun à faciès européen. Au-dessus, on retrouve une puissante formation d'arkoses et de porphyres, surmontés de tufs et d'épanchements basiques, diabases

et mélaphyres. Le Crétacé surmonte cet ensemble qui a été plissé avant l'Eocène.

Ainsi, les épanchements éruptifs ont précédé sur une grande étendue les plissements relativement récents des Andes ; il est vrai que ces épanchements ont commencé par être sous-marins, mais toujours au voisinage des côtes des temps jurassiques. Les rides actuelles ne font que jalonner l'ancien méridien faible, le long duquel, depuis le Rhétien, les magmas fondus de la profondeur sont toujours prêts à s'élever, soit en culots granitiques intrusifs, comme à Copiapo, soit en formidables épanchements porphyriques et mélaphyriques, puis trachytiques et andésitiques.

Le plus souvent, les bouches de sortie volcanique sont au sommet des Cordillères ; les observations que nous devons à MM. Wehrli et Burckardt, excluent l'existence de tout retentissement extérieur des fractures et des effondrements qui doivent jalonner en profondeur de pareilles sorties de roches éruptives ; les fosses linéaires, qui les caractérisent vraisemblablement, sont sans doute antérieures aux plis et masquées par eux ; elles ont peut-être ressemblé à la cassure érythréenne.

II. — Effondrements et cassures hors des plissements

Les deux principaux exemples de ce genre de cassures, maintes fois cités et sautant pour ainsi dire aux yeux, sont l'axe volcanisé de l'Atlantique, qui lui sert en même temps d'axe de symétrie, et la cassure érythréenne, récemment explorée en détail par les disciples de M. Suess, MM. L.-R. von Hœhnel, A. Rosival et F. Toula.

C. *Effondrement et cassure atlantiques.* — M. Suess nous a appris à faire la distinction entre les rivages atlantique et pacifique ; l'effondrement, relativement récent, qui a séparé le Nouveau Monde de l'Ancien, s'est fait transversalement aux plis méditerranéens : le volcanisme s'y manifeste parfois avec une extrême intensité, mais toujours suivant des centres très isolés les uns des autres. On peut en suivre une ligne principale, de la Terre François-Joseph à l'Islande, puis aux Açores, aux îles du Cap Vert, à l'Ascension, à Sainte-Hélène, à Tristan d'Acunha et enfin aux Sandwichs du Sud où l'on se rapproche de l'intersection avec la traînée des Andes.

Plusieurs de ces centres ont une histoire géologique bien connue ; telles l'Islande, les Açores, etc. Mais il n'y a aucune liaison entre les magmas des uns et des autres, et les évolutions se sont visiblement opérées d'une façon individuelle.

Le principal affaissement atlantique est certainement postérieur aux couches à lignites, entremêlées d'éruptions basaltiques, qui caractérisent les régions arctiques et qui ont été considérées comme miocènes (et même comme éocènes par de Saporta); il faut en rapprocher les basaltes de la mer d'Irlande et des Feroë d'une part, du Groënland et de Disco de l'autre; on sait que l'Islande, les Açores, les îles du Cap Vert, contiennent encore des volcans actifs.

Ainsi, la caractéristique des éruptions atlantiques est qu'elles s'alignent au fond d'une vaste dépression, transversale aux plis méditerranéens, et qu'elles donnent naissance à des centres relativement clairsemés et distincts.

D. *Effondrement érythréen.* — Au contraire, l'effondrement érythréen jouit de cette propriété singulière d'intéresser une ligne de faîte, de partage des eaux, tout en longeant d'assez près le rivage de l'Océan indien.

On peut le suivre de la Mer Morte au Kilimandjaro, en passant par les volcans de l'Arabie, la Mer Rouge, Aden, l'Abyssinie et la région des grands lacs. Cette ligne presque méridienne, prolongée, passe au Nord par la convergence de l'Asie Mineure et les formidables épanchements qui la jalonnent.

La fosse d'effondrement, assez étroite, intéresse une région de tables presque horizontales, ne présentant en tout cas que des plis à très petite courbure.

Suivant M. Suess, les lèvres de cette fosse ont dû être en état de tension, et cette tension n'a cessé qu'à la suite de l'enfoncement du voussoir affaissé. M. de Lapparent pense qu'on a affaire à une clef de voûte enfoncée, comme celle de la vallée du Rhin entre les deux horst des Vosges et de la Forêt Noire, ou encore comme le granite du Charolais.

Quoi qu'il en soit, l'effondrement principal, pléistocène, paraît devoir continuer de nos jours, car, toute cette ligne faible est parcourue par de fréquents tremblements de terre. Elle est en outre fidèlement jalonnée par d'énormes sorties volcaniques. Plusieurs volcans encore actifs lui appartiennent; les premières éruptions, en Abyssinie, datent de l'Eocène. Tout cet ensemble paraît comporter, sur de grandes étendues, un air de famille, une certaine richesse en sodium et une abondance de roches à néphéline.

Le contraste est donc frappant avec les cassures atlantiques : la continuité linéaire des éruptions et leur analogie sur de grandes longueurs, établissent bien plutôt la comparaison avec le type Andes avant les plissements.

E. — *Effondrements divers.* — Nous avons laissé de côté un grand nombre de sorties volcaniques extérieures aux zones de plissement; les unes, comme celles du Cameroon et de la Sibérie orientale, nous sont mal connues. D'autres, comme les basaltes éocènes du Dekkan, se rattachent à des directions de très anciens plissements, dans l'espèce nord-sud, et se coordonnant avec la curieuse traînée jalonnée par les Maldives et les Lacdives.

D'autres enfin forment une sorte de couronne périphérique à la chaîne des Alpes et coïncident avec des effondrements qui, à l'inverse de ceux de l'Adriatique ou de la mer Caspienne, se sont volcanisés malgré leur position extérieure aux plissements méditerranéens.

Il convient d'ajouter que ces centres volcaniques se trouvent dans des points très spéciaux des plissements hercyniens : ainsi nous avons montré que les volcans du Plateau central français coïncident avec la convergence des plis armoricains et varisques et sont encadrés dans un triangle de grandes fractures, réouvertes à l'époque tertiaire. L'effondrement de la vallée du Rhône, par ailleurs fort analogue à ceux de l'Allier et de la Loire, n'est pas volcanisé : stériles aussi sont les gradins de descente des plateaux des Causses au sud-est du Plateau central, probablement parce qu'ils ne sont plus voisins de cette convergence.

Quoi qu'il en soit, chacun de ces centres de volcanisme, dont l'ensemble forme une couronne périphérique à la chaîne des Alpes, conserve son air de famille et surtout une évolution analogue des magmas sur de grandes étendues : le Mont-Dore, le Cantal, le Puy et la chaîne des Puys forment avec évidence un ensemble de même nature. On connaît l'étendue de la traînée des basaltes à feldspathides allemands, dont M. Vélain a retrouvé un représentant à Essey-la-Côte.

Résumé et coordination des effondrements volcanisés.

Dans l'étude qui précède, nous avons été amené à distinguer sept genres principaux d'effondrements, dont le tableau ci-joint résume les caractères :

I. — Effondrements dans les plissements

A. — Chaînes doubles en éventail.	*a.* Effondrements en ovales méditerranéens. *b.* Effondrements en tables étoilées, du type Colorado.

B. — Chaînes simples, à plis poussés d'un seul côté.
- *a*. Effondrements en arcs imbriqués, du type Japon.
- *b*. Effondrements en alignements prolongés du type Andes.

II. — EFFONDREMENTS HORS DES PLISSEMENTS

C. — Effondrement atlantique, au centre d'un grand affaissement et jouant le role d'axe de symétrie.

D. — Effondrement érythréen, suivant une ligne de partage des eaux.

E. — Effondrements divers et notamment couronne périphérique, extérieure aux Alpes.

Nous rappellerons que le type méditerranéen, limité aux plis alpins, entre les Antilles et le Caucase, s'applique à des chaînes doubles, en éventail sinueux et souvent très écrasé. Il correspond avec évidence à la chute de voussoirs interrompus et individuels.

Le type Colorado ne s'applique jusqu'à présent, et encore avec doute, qu'aux plateaux compris entre les Montagnes Rocheuses et la Sierra-Nevada ; on peut l'attribuer à la tombée en masse d'une immense clef de voûte, dépourvue des rétrécissements et des sinuosités du système méditerranéen.

Dans les chaînes de plissements simples, nous avons distingué les cassures en arcs japonais, dont l'imbrication a suggéré à M. Suess la pittoresque comparaison avec les rides que produit l'ouvrier, poussant du bitume pâteux contre une bordure en granite. Ce type est principalement représenté par les arcs en partie noyés du rivage pacifique occidental. La longueur et l'étroitesse des bandes volcaniques nous paraît démontrer qu'il s'agit ici d'effondrements étroits ou de fractures, le long des plis monoclinaux de la profondeur.

Les effondrements et les fractures linéaires du type Andes participent *a fortiori* des mêmes origines ; le volcanisme s'y développe principalement à la rencontre des fractures longitudinales avec des cassures transversales.

Parmi les effondrements situés nettement en dehors des zones de plissement, le type atlantique occupant le fond d'une vaste dépression et jouant avec évidence le rôle d'un axe de symétrie, mérite une mention spéciale. M. Suess a fait ressortir, avec son intuition géniale habituelle, ce rôle d'axe de symétrie ; un planisphère physique en projection de Mercator, tel que la carte N° 3 de l'atlas de géographie moderne publié par la librairie Hachette, fait

parfaitement ressortir cette symétrie, qui s'étend aux accidents géologiques les plus anciens :

Côté Ouest	*Côté Est*
Terre de Baffin et Labrador.	Scandinavie.
Bouclier canadien.	Bouclier baltique.
Plis hercyniens des Appalaches.	Plis hercyniens d'Europe.
Mer des Antilles.	Méditerranée.
Amérique du Sud.	Afrique.

A toutes ces données, déjà relevées par M. Suess, nous ajouterons les comparaisons suivantes, surtout basées sur des relations de position :

Montagnes Rocheuses.	Oural.
Golfe du Mexique.	Mer Noire.
Andes.	Cassure érythréenne.

Il nous reste à rappeler le dernier type original d'effondrement que nous avons étudié : celui qui, partant de la Mer Morte et passant par la Mer Rouge, va rejoindre les grands lacs de l'Afrique orientale. Nous avons fait ressortir la position singulière de cette fosse linéaire d'effondrement, voisine d'un rivage, longeant une ligne de partage des eaux et géographiquement symétrique des Andes.

ESSAI DE COORDINATION DES ALIGNEMENTS VOLCANIQUES.

Arrivé à ce point de notre étude, nous n'avons pu résister au désir de vérifier si l'ensemble des effondrements volcanisés du globe ne se coordonne pas suivant une loi géométrique, sinon rigoureuse, au moins approximative. Puisqu'il existe un axe de symétrie tout à fait évident, la recherche n'est pas vaine ; d'ailleurs, elle a tenté des savants illustres, et l'échec du réseau pentagonal d'Elie de Beaumont n'a découragé ni M. Lowthian Green, auteur du système tétraédrique, ni M. Marcel Bertrand, partisan d'un réseau orthogonal.

En tout cas, l'expérience du réseau pentagonal démontre qu'il faut abandonner toute idée de vérification minutieuse, d'alignements rigoureusement dirigés suivant des grands cercles de la sphère, de détails jalonnés géométriquement. La symétrie, dont nous cherchons les éléments, ne peut être vérifiée que par la coïncidence approximative de larges bandes, plus ou moins contournées, avec les principales lignes géométriques qui caractérisent cette symétrie.

M. de Lapparent a magistralement développé l'hypothèse du tétraèdre de M. Lowthian Green, que l'auteur avait basée sur des arguments plutôt géographiques que géologiques ; elle explique la forme en pointe des trois principaux continents, les terres australes, la profondeur récemment constatée par Nansen de la mer boréale. M. de Lapparent et, après lui, M. Lallemand, ont très simplement rattaché à la symétrie tétraédrique l'excès de pesanteur que le pendule accuse au-dessus des océans les plus largement ouverts (Traité de géologie, 3e édition, p. 1586).

Deux arguments seulement nous paraissent dignes d'être retenus, contre l'hypothèse de M. Lowthian Green : nous avons toujours douté du rôle qu'il a attribué à la dépression méditerranéenne et de la torsion dont elle aurait été le théâtre ; dans le tétraèdre sphérique, tel que l'a orienté M. Lowthian Green, il y a trois grands cercles méridiens, qui servent à caractériser nettement soit les protubérances des continents, soit les axes de dépression des principaux océans ; quant aux trois autres grands cercles que l'on peut faire passer par les arêtes de la base boréale du tétraèdre, leur rôle n'est pas même esquissé. Nous verrons plus loin qu'ils peuvent expliquer la dépression méditerranéenne, les chaînes et les éruptions qui l'accompagnent ; en outre, un léger déplacement de l'axe du tétraèdre permet de laisser de côté l'hypothèse peu vraisemblable d'une torsion dissymétrique.

L'autre argument contre le système tétraédrique, basé sur des considérations purement géologiques, consiste à rappeler que les pointes des continents, dirigées vers le sud, sont d'âge très récent et datent de l'affaissement atlantique : un planisphère du globe, aux temps jurassiques, tel par exemple que celui dressé par Neumayr, supprime les principaux traits géographiques sur lesquels s'est appuyé M. Lowthian Green. La chose n'est pas douteuse ; mais il convient d'ajouter que cette esquisse laisse encore entrevoir plusieurs éléments de la symétrie tétraédrique, notamment les rivages pacifiques et la traînée méditerranéenne ; la seule conclusion à tirer de cette indigence relative consiste donc à reconnaître que les éléments apparents de symétrie se complètent à mesure que le globe vieillit.

Dans l'orientation des six grands cercles principaux du système tétraédrique auxquels nous pensons qu'il faut borner une pareille étude, nous partirons des lignes tracées sur la sphère terrestre (1)

(1) Voir la mappemonde, Planche I.

par les épanchements volcaniques tertiaires et post-tertiaires ; ceux qui suivent les zones de plissement nous serviront d'abord : ils doivent jalonner les arêtes saillantes du tétraèdre.

Parmi les traînées méridiennes, nous chercherons d'abord à suivre celle des côtes pacifiques occidentales, de la terre Victoria à la côte orientale de l'Australie, aux îles Marianes, à l'axe du Schichito et au Kamtchatka. La prolongation aux antipodes de ce fuseau presque méridien comprend, entre 20 et 40 degrés de longitude ouest de Paris, l'axe de symétrie volcanisé de l'Atlantique.

Une seconde arête saillante, à environ 120 degrés de la précédente, jalonne les côtes orientales du Pacifique. Mais il est évident qu'ici le grand cercle ou le fuseau représentatifs, ne sont plus méridiens. D'ailleurs, nous devions nous attendre à ce résultat : M. Lowthian Green avait lui-même remarqué que le parallèle représentatif du système méditerranéen est incliné d'environ 23 degrés sur l'équateur ; si donc ce système rentre dans les éléments de symétrie du tétraèdre, son axe vertical devra s'infléchir légèrement.

L'intersection des deux premiers grands cercles presque méridiens qui jalonnent au mieux les arcs volcanisés du Pacifique, en même temps que l'axe de symétrie également volcanisé de la dépression atlantique, tombe sur le méridien 0 de Paris, à environ 18 degrés du pôle sud de la Terre, dans les régions inexplorées du continent austral.

De ce premier sommet saillant du tétraèdre, il est facile de faire passer un troisième grand cercle presque méridien, qui jalonne avec une grande précision les épanchements volcaniques de la cassure érythréenne, la convergence de l'Asie Mineure, et ensuite d'assez près l'Oural et la Novaia Zemlia.

On remarquera que ce troisième grand cercle est sensiblement à 120 degrés des deux précédents et que, comme eux, il joue le rôle d'une arête méridienne saillante du tétraèdre. La cassure érythréenne semble donc se comporter d'une façon analogue aux alignements qui jalonnent des zones de plissement de l'écorce terrestre. Peut-être est-elle destinée à se transformer ainsi dans l'avenir ; en tout cas, sa situation le long d'une ligne de partage des eaux nous avait préparé à accepter sans répugnance un pareil rôle.

Dès lors, la trace des sommets non encore repérés du tétraèdre est facile à trouver, à environ 110 degrés de celui qui sert d'intersection aux trois grands cercles méridiens ; ils tombent, sur ces grands cercles, le premier à la jonction des îles Salomon et de la

Nouvelle-Bretagne, le second près du grand massif volcanique du Mexique, le troisième au voisinage des masses éruptives de l'Arménie, c'est-à-dire tous trois sur le système des plis méditerranéens.

Ces derniers sont ainsi divisés en trois segments ; l'un est entièrement immergé dans le Pacifique et seulement jalonné par quelques fosses profondes, notamment par celle du Vettor Pisani ; un second comprend tous les plis à faciès asiatique de M. Suess ; uniformément poussés vers le sud, ils sont accompagnés d'effondrements du type Andes ; au milieu de cette vaste digitation asiatique, l'arc de grand cercle théorique jalonne bien les montagnes médianes du Thibet. Enfin, un troisième segment, en partie rompu par l'affaissement atlantique, englobe les plis méditerranéens proprement dits, en éventail sinueux et irrégulier, avec effondrements en ovales.

Il est nécessaire d'étudier avec plus de détails ces deux derniers grands cercles : celui du Thibet suit les plis carbonifères du Tsin-Ling, puis les hauts-fonds de la Polynésie, à travers plus de la moitié du Pacifique. Celui de la Méditerranée aligne les côtes de l'Arabie, les montagnes de l'Illyrie, le long de la fosse adriatique ; puis il jalonne avec une rigoureuse précision les plis hercyniens d'Europe près de la limite de leur *Vorland*, certaines fosses de l'Atlantique et enfin les Appalaches américains ; l'ensemble constitue visiblement une traînée perpendiculaire à l'axe de symétrie atlantique. On peut donner à ce grand cercle le nom d'hercynien.

La prolongation du grand cercle pacifique est aussi repérée par divers accidents naturels : après avoir dessiné le grand axe de la mer des Antilles, il coupe à angle droit la cassure érythréenne à la latitude des Comores, en jalonnant une traînée de roches volcaniques, qui prennent en écharpe l'Afrique australe. Enfin il passe dans la dépression entre l'Australie et l'archipel de la Sonde.

En résumé, nous avons cherché à préciser l'application de la symétrie tétraédrique, en partant des principales traînées d'effondrements et de cassures que révèle l'étude du globe terrestre, et en faisant une distinction entre ces effondrements, suivant leur origine et leur nature.

On remarquera, sur la mappemonde jointe à cette note, l'extraordinaire fidélité avec laquelle les principaux *Vorlands* des soulèvements hercyniens sont repérés par les grands cercles du tétraèdre, bien qu'on l'ait orienté en partant des zones méridiennes d'effondrement les plus récentes. Le grand cercle thibétain repère le Tsin-Ling; le grand cercle érythréen jalonne l'Oural ; le grand cercle méditerranéen dessine le système hercynien d'Europe et les Appalaches ;

enfin le grand cercle japonais passe par la chaîne carbonifère australienne, d'ailleurs très volcanisée. Il y a évidemment, dans ces rapprochements, plus que des coïncidences dues au hasard.

Elles militent en faveur de la fixité dans le temps des méridiens faibles, tels que l'histoire des arcs pacifiques les avait déjà fait entrevoir ; elles confirment au contraire la variabilité relative de position et de largeur des accidents méditerranéens, de part et d'autre de la ligne moyenne dessinée par les soulèvements hercyniens.

Par contre, pour repérer les effondrements volcaniques les plus récents, nous avons dû nous porter au sud des grands cercles représentant les arêtes équatoriales du tétraèdre théorique, ou tout au moins recourir aux prolongements de ces grands cercles. Si l'on se représente le tétraèdre pyramidé, inscrit dans la sphère, les grands cercles correspondent à des arêtes saillantes sur plus d'une moitié de leur parcours et à des affaissements sur l'autre partie, celle le long de laquelle se rencontrent des croisements à angles droits. Nous avons distingué ces divers segments par des figurés spéciaux.

Il est important de remarquer que cette observation est pratiquement vérifiée, tout au moins pour tous les cercles méridiens : il y a sur chacun d'eux changement d'allure dans les rides saillantes, à partir des sommets situés sur la traînée méditerranéenne, et dépression bien continue à partir du pôle nord du tétraèdre.

M. **Marcel Bertrand** croit, pour sa part, que cette note importante fait entrer la question de la déformation terrestre dans une nouvelle voie qui sera féconde et dont on aurait tort de se méfier, puisqu'il ne s'agit pas de spéculations théoriques, mais seulement du groupement des faits observés.

M. **de Lapparent** est heureux de signaler un fait nouveau, confirmant le caractère de ligne de rivage attribué par M. Michel-Lévy à la ligne des dislocations africaines. Ce fait consiste dans la découverte d'Ammonites, faite par M. Donaldson Smith, dans le pays des Somalis, par 4 degrés de latitude, juste sur le prolongement de la ligne qui joint les gisements jurassiques de Mombassa à la grande falaise abyssinienne.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR DE RUCAR (ROUMANIE)

par M. V. POPOVICI-HATZEG.

L'été dernier, chargé de relever la carte géologique des environs de Rucar, j'ai été amené à observer à l'ouest de ce village, dans la partie supérieure de Valea Lupului, toute une série de dépôts qui reposent en transgression sur les schistes cristallins. La base de ces dépôts est formée par un calcaire de couleur rouge foncé qui est surmonté par un autre calcaire blanc grisâtre. Le passage entre ces deux dépôts se fait par l'intermédiaire d'un calcaire à silex à peine teinté en rouge.

Les couches supérieures, représentées par le calcaire blanc très répandu dans la région, ont été l'année dernière l'objet d'une communication (1) de ma part; je les ai considérées comme appartenant au Tithonique et au Néocomien inférieur. Je vais, aujourd'hui, décrire le calcaire rouge de la base. Il est très dur et ne se différencie du calcaire blanc supérieur que par sa coloration. On peut facilement y distinguer deux niveaux : un niveau inférieur reposant directement sur les schistes anciens et renfermant des fragments de ces roches, et un niveau supérieur pétri de tiges de Crinoïdes à section ronde.

Le niveau de la base est très fossilifère, et les fossiles, transformés le plus souvent en calcite, sont toujours fragmentés, de sorte que la roche constitue une sorte de brèche, qui est surtout caractérisé par la présence de nombreux Céphalopodes et Brachiopodes. La roche étant très dure, il est difficile de dégager des échantillons irréprochables.

Dans ce niveau j'ai recueilli :

Belemnites sp.
Phylloceras tortisulcatum d'Orb. sp.
Phylloceras cf. *antecedens* Pompeckj.
Phylloceras sp. du gr. de *Ph. heterophyllum* Sow.
Perisphinctes sp.
Aptychus sp.
Lima rupicola Uhl.

(1) Note préliminaire sur les calcaires tithoniques et néocomiens des districts de Muscel, Dimbovitza et Prahova. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, p. 549.

Lima cf. *semicircularis* Goldf.
Arca cf. *perplana* Uhl.
— sp.
Turbo sp.
Rhynchonella Zisa Opp.
— aff. *Kaminskii* Uhl.
— du gr. de *Rh. defluxoides* Uhl.
Terebratula Stutzii Haas
— sp.
Zeilleria sp. du groupe de *Z. margarita* Opp.
Zeilleria sp.
Cidaris cf. *variegata* sp. Cotteau.
— sp.

Les espèces les plus importantes de cette liste sont : 1° le *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. sp. représenté par une forme qui est absolument identique à celle qui a été recueillie par mon éminent maître M. Munier-Chalmas à la base de l'Oxfordien inférieur de la Voulte (zone à *Cardioceras cordatum*) et qui paraît être la même que *Phyll. Helios* Noetling de l'Oxfordien inférieur (zone à *Harpoceras Socini*) de Medschdel esch Schems ; 2° un *Phylloceras* qui est très voisin du *Phylloceras antecedens* Pompeckj du Callovien supérieur d'Allemagne (Jura brun de Quenstedt) (1), mais qui à la Voulte se trouve dans l'Oxfordien inférieur avec *Phylloceras tortisulcatum* et *Cardioceras cordatum* (2). Ce *Phylloceras antecedens* est très voisin de *Phyll. Schems* Noetling, qui accompagne le *Phyll. Helios* dans l'Oxfordien inférieur de Syrie (3). C'est sur la présence de ces deux formes que je m'appuie pour rapporter les calcaires rouges de Valea Lupului *à la base de l'Oxfordien inférieur, à la limite même des couches calloviennes terminales à Cardioceras Lamberti.*

Quant aux Brachiopodes, tous rappellent les espèces du Callovien de Vils (4) et de Babierzówka (Galicie) (5) ; ils représentent des espèces probablement nouvelles, qui ne peuvent, par conséquent, intervenir dans la détermination de l'âge de ces couches.

Distribution. — Cet étage n'occupe pas une très grande extension dans la région. Outre la localité dont je viens de parler, il paraît exister aussi sur le versant sud-ouest de Piatra Craiului, où il est toujours représenté par un calcaire rouge foncé disposé

(1) J.-F. Pompeckj. Beiträge zu einer Revision der Ammoniten des schwäbischen Jura. Fasc. I. Stuttgart, 1893.

(2) Renseignements inédits de M. Munier-Chalmas.

(3) F. Noetling. Der Jura am Hermon. Stuttgart, 1887.

(4) A. Oppel. Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen. *Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft*, 1863, p. 188. — Ueber die weissen und rothen Kalke von Vils in Tyrol. *Württemb. naturw. Jahresb.*, t. XVII.

(5) Victor Uhlig. Ueber die Fauna des rothen Kellowaykalkes der penninischen Klippe Babierzówka bei Neumarkt in West-Galizien. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, t. XXXI, p. 381.

en couches minces et contenant, comme dans la Valea Lupului, des articles de tiges de Crinoïdes. Herbich (1), qui a découvert ce calcaire rouge dans la localité de Piatra Craiului, avait cru devoir le rapporter au calcaire triasique de Hallstadt, qui a son représentant en Transylvanie, près de Vargyas et Nagy-Hagymás.

Dans les recherches que j'ai faites sur le versant ouest de Piatra Craiului, j'ai constaté aussi la présence de ces calcaires rouges, disposés en couches minces, un peu plus au nord d'une grotte nouvellement découverte (grotte de Valea Cambi (2)) creusée dans le calcaire jurassique. Malheureusement je n'ai pu trouver aucune trace de fossiles dans ce calcaire ; il repose sur les schistes cristallins et supporte, comme dans Valea Lupului, le calcaire blanc grisâtre du Tithonique. L'inclinaison du calcaire rouge est E. N. E.

De même dans les environs de Sinaia, à l'est de cette ville, j'ai pu observer dans la vallée de Zgarbura une série assez puissante de calcaires rouges. Ils présentent les mêmes caractères pétrographiques que les calcaires de Valea Lupului. Malgré cette analogie pétrographique, je n'ose pas considérer ces calcaires comme appartenant au même niveau que ceux des environs de Rucar, car c'est en vain que j'ai recherché attentivement des fossiles dans la vallée de Zgarbura.

Ces calcaires, qui constituent un sol éminemment forestier, paraissent être recouverts par les conglomérats cénomaniens si développés dans le massif voisin de Bucegi.

(1) Données paléontologiques sur les Carpathes roumains. *Anuarul biuroului geologic*, Anul III, N° 1, p. 337. Bucarest, 1888.

(2) Il ne faut pas confondre cette grotte avec une autre grotte à étage (Cardacu Stanciuli) qui est creusée dans ce même calcaire et située un peu plus au nord, à l'origine même de la Valea Ivanului.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CRÉTACÉ DES ENVIRONS DE RUCAR ET DE PODU DIMBOVITZEI (ROUMANIE)

par M. **V. POPOVICI-HATZEG**

Mes nouvelles observations relatives à la géologie de cette intéressante région et faites pendant l'été 1897, concernent le Barrémien, le Cénomanien et le Sénonien.

Barrémien. — Cet étage découvert par Herbich (1) dans la Valea Muieri a fourni une faune excessivement riche décrite par Herbich et M. Gregoriu Stefanescu (2). Ces études ont été complétées quelques années après par les recherches de Cobalcescu (3), de M. Victor Uhlig (4) et par une note publiée l'année dernière par M. Simionescu (5).

J'indiquerai aujourd'hui en quelques mots l'extension géographique de cet étage.

Les marnes du Barrémien étaient connues dans la Valea Cheii, Dealu Sasului, Valea Muieri et à la réunion de cette dernière vallée avec celle de la Dimbovicióra. J'ai pu en outre constater leur présence un peu plus au nord dans le Bassin de la Dimbovicióra, sur le sentier même qui descend du poste militaire de Sirnea dans la Vallée de Dimbovicióra; elles y forment un petit îlot, dont un prolongement se retrouve dans cette vallée et se continue jusqu'au lit même de la rivière.

Le Barrémien n'occupe nulle part de grandes surfaces. Dans la Valea Isvorului, V. Muieri, V. Dimbovicióra et V. Zambilea, on l'observe dans le fond des vallées, tandis que tout le plateau com-

(1) Données paléontologiques sur les Carpathes roumains. *Anuarul biuroului geologic*, Anul III, N° 1, p. 177. Bucarest, 1888.

(2) *Anuarul biuroului geologic*, N° 1, p. 32. Bucarest, 1884.

(3) Observ. asupra depos. neoc. din bas. Dimboviciórei, etc. *Archiva Soc. scinţifice şi literare din Iaşi*, t. I, p. 5.

(4) Herbich's Neocomfauna aus dem Quellgebiete der Dimbovicióra. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, t. XLI.

(5) Die Barrêmefauna im Quellengebiete der Dimbovicióra (Rumänien). *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, 1897, N° 6.

pris entre les trois derniers cours d'eau est occupé par le conglomérat cénomanien ou par quelques pointements de calcaire jurassique.

Un autre îlot s'observe dans la Valea Cheii. Les limites qui lui sont assignées sur la carte du Service géologique roumain (1) me paraissent un peu exagérées. Cela tient à ce que les cartes topographiques de cette région, même les plus détaillées, sont en général assez fausses. Je n'ai pu suivre les limites de cet étage que dans la partie inférieure de la vallée, un peu en aval de la réunion de Valea Urdei avec Valea Rudarita (ou V. Ulucei).

Ces marnes barrémiennes occupent une surface plus considérable dans le Dealu Sasului. Elles s'étendent entre la Valea Oretzi et Salatrucel et leurs affleurements se suivent, en diminuant de largeur, jusqu'au poste militaire de Valea Muieri. La belle route de Rucar à Giuvala décrit de nombreuses sinuosités dans ces marnes, entre les kil. 85 et 88,3.

Cénomanien. — L'année dernière, j'ai décrit les conglomérats de Bucegi (2) qui entrent pour une large part dans la constitution géologique de la région dont je parle aujourd'hui. Je les ai rapportés au Cénomanien en me basant sur l'étude d'une faune trouvée dans Valea lui Ecle. De nouvelles espèces de Céphalopodes recueillies l'été dernier dans le Podu Cheii sont venues confirmer cette manière de voir. Le gisement fossilifère découvert par M. Toula (3) au nord-est du village Podu Dimbovitzei, m'a fourni une faune assez riche, dont voici les principales formes :

Belemnites ultimus d'Orb.
* *Schlœnbachia inflata* Sow. sp.
— — Sow. var. *orientalis* Kossmat.
* *Stoliczkaia dispar* d'Orb. sp.
* *Puzosia Mayoriana* d'Orb. sp.
— n. sp.
Puzosia n. sp.
Scaphites Meriani Pict. et Camp.
* *Nautilus* sp.
Baculites Gaudini Pictet
Baculites sp.
* *Anisoceras armatum* Sow. sp.
Anisoceras sp.
Ptychoceras sp.
Aucella sp.

(1) Harta geologica generala a Romaniei, lucrata de membri biuroului geologic sub directiunea dlui *Gregorie Stefanescu*. Feuille X, Bucuresci.

(2) Sur l'âge des conglomérats de Bucegi (Roumanie). *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, p. 669.

(3) Eine geologische Reise in die transylvanischen Alpen Rumäniens. *Neues Jahrbuch f. Mineralogie*, etc., 1897, t. I, fasc. II, p. 159.

MM. Kossmat et Simionescu (1), dans une note récente, citent comme provenant de la même localité les formes marquées par un astérisque et en plus les deux espèces :

Puzosia cf. *Austeni* Sharpe
Lytoceras (*Gaudryceras*) *Sacya* Forbes

Ces deux auteurs considèrent aussi les conglomérats comme cénomaniens et M. Kossmat rappelle en outre la grande analogie que présente cette faune avec celle de l'Ootatur group des Indes.

La plupart des formes que je viens de citer ont été rencontrées d'ailleurs dans le même étage, en Hongrie (Bakonyer Wald), en Suisse, dans le sud-est de la France et même en Algérie.

Je ne dois pas oublier d'indiquer que les fossiles sont à l'état de moules et assez bien conservés, quoique la plupart d'entre eux soient déformés par la pression. Très souvent aussi, dans ce gisement fossilifère, on rencontre des sphéroïdes gréseux qui renferment des fossiles en général très usés.

Distribution. — Cet étage occupe une extension considérable dans les environs de Rucar et de Podu Dimbovitzei. Les hauteurs avoisinant Rucar sont formées de Cénomanien : les mêmes assises se rencontrent depuis la Valea lui Ecle, où elles reposent sur les schistes cristallins (2) ou sur une bordure de calcaire blanc tithonique, jusque dans Valea lui Malder (rive gauche). Sur la rive gauche de Riusoru le même ensemble de couches se continue depuis la Valea Matusei jusqu'au village de Rucar.

La Valea Preotului est creusée dans les grès cénomaniens, de même que plusieurs vallons qui descendent des hauteurs qui bordent la Dimbovitza dans le bassin de Rucar.

Dans le bassin de Podu Dimbovitzei le Cénomanien s'étend sur les deux rives de la Dimbovitza, et un peu plus à l'est on remarque que la partie supérieure de la montagne Capatzina est formée toujours par ces mêmes couches. La route de Rucar à Giuvala coupe ces grès aux kilomètres 85,2, 89 et enfin un peu avant le kilomètre 91.

Un îlot assez considérable du Cénomanien se trouve encore dans la région comprise entre Valea Muieri, V. Dimboviciorei et V. Zambilea. Il envoie des apophyses au sud jusqu'à la Valea Beznei dans le voisinage des ruines de Cetatea Neamtzului ; une autre, au

(1) Ueber eine Unter Cenomanfauna aus den Karpathen Rumäniens. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, 1897, N° 14. — Scurta dare de séma asupra excursiunii din basinul Dimboviciorei. *Bul. Soc. de sciintie din Bucuresci*, 1897, Anul VI, N° 5.

(2) Ces schistes deviennent graphiteux à Rucar, sur la rive gauche de la Dimbovitza.

nord, traverse la Valea Muieri et s'étend jusque dans le voisinage de Vama Giuvala. Deux sentiers qui partent du poste militaire situé dans cette petite vallée et vont, l'un, à la Vama Giuvala en longeant la Valea Muieri dans son cours supérieur et, l'autre, la route nationale dont j'ai parlé plus haut (km. 98,8), sont tracés sur ces grès et conglomérats du Cénomanien.

Je citerai enfin pour terminer la présence de ces conglomérats dans le Grindu, ou village de Dimboviciora (rive droite de la Dimboviciora) et au nord de ce village dans la direction du village d'Isvoru.

Quant à l'îlot miocène de Grópe, il doit disparaître de la Carte Géologique. A peine peut-on y observer quelques grains de sables qui pourraient provenir, comme M. Toula (1) l'a très bien fait remarquer, de la décomposition des conglomérats cénomaniens.

Sénonien. — Dans le Bassin de Rucar, au nord de ce village, de même que sur le versant nord de la Posada, on remarque que les conglomérats cénomaniens supportent une puissante série de marnes feuilletées, parfois gréseuses, qui ont été rapportées au Miocène, sur la Carte du Service Géologique de Roumanie (2). Me basant sur des caractères purement pétrographiques, je considère ces marnes comme appartenant au Sénonien; elles me paraissent absolument identiques à celles que j'ai observées à Tohanul vechiu en Transylvanie et dans lesquelles Herbich (3) a recueilli une *Belemnitella mucronata*. De même elles offrent une grande ressemblance avec celles de Cotenesti, Pucheni et Comarnic, qui appartiennent toutes au Sénonien et, dans la Valea Plesciórei, elles présentent, comme celles-ci, des marnes rouges à côté de marnes micacées. Elles reposent sur le conglomérat cénomanien et plongent vers le sud-ouest.

Malgré mes nombreuses recherches, je n'ai trouvé aucun fossile, si ce n'est quelques empreintes de plantes dans les marnes du versant nord de la Posada.

(1) *Op. cit.*

(2) *Harta geologica*, etc. Feuille X.

(3) Ueber Kreidebildungen der siebenbürgischen Ostkarpathen. *Verh. d. K. K. geol. Reichsanstalt*, 1886, p. 368.

OBSERVATIONS RELATIVES A LA NOTE DE M. CH. SARASIN AYANT POUR TITRE : QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LES GENRES *HOPLITES*, *SONNERATIA*, *DESMOCERAS* ET *PUZOSIA*

par M. **W. KILIAN.**

Sous le titre de « Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia* », notre confrère, M. Ch. Sarasin, vient de faire paraître un remarquable mémoire qui sera certainement apprécié de tous ceux qu'occupent les faunes du Crétacé inférieur. Indépendamment de nombreuses observations nouvelles et de la démonstration qui fait rentrer de nouveau l'*Am. Beudanti* dans le genre *Desmoceras* — ainsi que l'avaient proposé M. Sayn (1) et l'auteur de ces lignes — le travail de M. Sarasin contient des résultats du plus haut intérêt et basés sur des recherches très consciencieuses. Je suis particulièrement heureux, pour ma part, de voir ainsi disparaître plusieurs des *desiderata* concernant la connaissance des Ammonites néocomiennes.

J'avais à plusieurs reprises attiré l'attention sur ces lacunes dans les divers travaux où j'ai établi les zones paléontologiques du Néocomien delphino-provençal et indiqué l'abus qu'avaient fait mes prédécesseurs de certaines dénominations, comme *Hoplites neocomiensis* (2) et *Hoplites cryptoceras*, en les appliquant à des groupes entiers comprenant des espèces souvent très distinctes (p. ex. : *Hopl. Thurmanni* dont les échantillons pyriteux et de petite taille avaient été confondus avec *Hopl. neocomiensis*, etc.).

J'ai constaté également avec satisfaction que plusieurs des conclusions émises par moi dans des travaux antérieurs avaient été confirmées et précisées par M. Sarasin ; c'est le cas notamment :

1° Pour l'origine du groupe de *Hopl. radiatus* (3) (par *Hopl. Mal-*

(1) P. Lory et G. Sayn. Sur la constitution du Système crétacé aux environs de Chatillon-en-Diois (*Ann. Univ. de Grenoble*, t. VIII, p. 163, 1896, et *Bull. Soc. Stat. de l'Isère*, 4e série, t. III, p. 25, 1897).

(2) Voir aussi P. Lory. Sur les Hoplites valanginiens du groupe de *Hoplites neocomiensis*. *Bull. Soc. de Statist. de l'Isère*, 4e série, t. I, 1892.

(3) Voir *Annuaire Géologique universel*, t. III, 1887, p. 301, et Mission d'Anda-

bosi, *Hopl. Euthymi*, etc.), considéré par moi, dès 1887, comme dérivant des *Perisphinctes*, par l'intermédiaire des *Hoplites* du Tithonique supérieur ;

2° Pour l'existence d'une série de formes (*Hoplites amblygonius*, etc.) rattachant *Hopl. neocomiensis* à *Hopl. cryptoceras* et provisoirement désignées par moi comme variétés et mutations *distinctes* de la forme-type de *Hopl. neocomiensis* (Réunion à Sisteron, p. 720).

Je me permettrai cependant de faire les observations suivantes :

1° Je ne m'explique pas pourquoi M. Sarasin, tout en admettant (p. 765) la synonymie de *Hopl. Roubaudi* d'Orb. sp. et *periptychus* Uhl., n'accepte pas la priorité de cette dernière dénomination (1), M. Uhlig ayant figuré son espèce antérieurement (1882) à la date (1888) à laquelle j'ai représenté *Hopl. Roubaudi* d'Orb. sp., espèce du Prodrome, non encore figurée à ce moment.

2° Même remarque pour *Hoplites Dufrenoyi* d'Orb. sp., mentionnée à plusieurs reprises par notre confrère ; cette forme devrait porter le nom de *Hopl. furcatus* J. Sow. sp. (v. Montagne de Lure, p. 268).

3° Il est regrettable que M. Sarasin n'ait pas figuré les échantillons dont il représente la ligne cloisonnaire, plusieurs des espèces dont il parle pouvant être diversement interprétées et le fait de ne pas être fixé très exactement sur la forme étudiée, pouvant enlever une partie de leur intérêt aux descriptions de lignes suturales. C'est le cas en particulier pour *Hoplites cryptoceras* N. et Uhl. (fig. 7 de M. Sarasin). Il règne en effet, au sujet de cette espèce, citée à plusieurs reprises par notre confrère, une grande incertitude ; outre que *Am. cryptoceras* de Loriol (= *H. salevensis* Kilian) a dû être séparé du type de d'Orbigny, j'ai fait remarquer (Réun. à Sisteron, p. 976) que la figure de la Paléontologie française correspond à une forme extrêmement rare en France. MM. Neumayr et Uhlig n'ont du reste figuré sous le nom de *Hoplites* « du groupe de *cryptoceras* »

lousie, 1889, p. 660 ; Montagne de Lure, p. 151 et 418, et surtout : Réun. extr. Soc. géol. de France à Sisteron, p. 709, où je dis expressément que le groupe de *Hopl. radiatus* et *Leopoldi* descend de *Hopl. Malbosi*, *curelensis*, etc., tandis que *Hopl. amblygonius* dériverait de *Hopl. Boissieri*. Cette dernière opinion n'a pas été discutée par M. Sarasin, quoiqu'il ait remarqué, lui aussi (p. 771), l'analogie entre *H. Boissieri* et les formes du groupe *amblygonius*.

M. Steuer vient de publier sur les *Perisphinctes* et les *Hoplites* du Tithonique sud-américain un mémoire curieux, dans lequel il crée le genre *Odontoceras* pour des formes dont *rien* ne justifie la séparation d'avec les *Hoplites* typiques. Nous reviendrons sur ce travail.

(1) V. aussi à ce sujet P. Lory, *loc. cit.*, p. 250, 1892.

qu'une ligne suturale, celle qu'a reproduite M. Sarasin (fig. 7) (1) et qui appartient à une nouvelle espèce, voisine de *Hopl. longinodus* (v. Neum. et Uhlig, p. 45). Enfin *Hopl. cryptoceras* Pictet et de Loriol est à son tour assez différent.

Etant donné ces hésitations, on voit combien il eût été désirable que M. Sarasin accompagne d'une figure ses considérations sur *Hoplites cryptoceras* et *Hopl. amblygonius*.

4° Le rattachement du groupe de *Crioceras angulicostatum* aux *Hoplites* n'est pas nouveau ; M. Haug l'a nettement exprimé en 1889 (2) ; j'ai moi-même indiqué en 1895 (Réun. à Sisteron, p. 737) cette parenté en écrivant : *Hoplites (Crioceras) angulicostatus* d'Orb. sp. J'ai fait également ressortir (Montagne de Lure, p. 212) l'incertitude qui règne au sujet de l'identité absolue du type de d'Orbigny avec celui de Pictet. Ici encore une figure eût été utile pour éviter les confusions ou, du moins, quelques indications précises auraient-elles été intéressantes.

5° Au sujet de *Hoplites Koellikeri*, que l'auteur mentionne parmi les formes tithoniques dont dérivent les *Hoplites* néocomiens, je ferai remarquer que les jeunes individus de cette espèce offrent avec *Hopl. asperrimus* du Néocomien une ressemblance frappante reconnue également par M. Sayn (v. Réun. à Sisteron, p. 832). Or, M. Sarasin rattache *Hopl. asperrimus*, espèce notoirement valanginienne, au sous-groupe de *Hopl. gargasensis* détaché « *à l'époque aptienne* » (p. 768) du groupe de *H. neocomiensis !*

6° *Hoplites hystrix* Ph. sp., quoique cité par moi dans le Barrémien, a son niveau principal dans le Néocomien inférieur ; je l'ai mentionné du Berriasien (Réun. à Sisteron, p. 710) et du Valanginien (id., p. 716 et p. 979).

Ayant eu tout particulièrement et à maintes reprises l'occasion de ressentir et de signaler les confusions et les difficultés que présentent la détermination et la classification des Céphalopodes du Crétacé inférieur, il m'a semblé légitime d'attirer l'attention sur ces quelques points ; M. Sarasin rendra un nouveau service à la science si, dans la suite de ses intéressantes recherches, il arrive à faire disparaître les incertitudes encore nombreuses qui s'attachent à certaines espèces et à en fixer définitivement la phylogénie.

(1) M. Sarasin désigne ce même échantillon (p. 770) tantôt sous le nom de *Hopl* aff. *neocomiensis*, tantôt (p. 771, fig. 7) sous le nom de *Hopl.* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl.

(2) *Beitr. Zur. Pal. Oesterr. Ungarns u. d. Orients*, t. VII, 3, p. 207, etc.

SUR LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU DÉVOLUY ET DES RÉGIONS VOISINES

par M. **P. LORY.**

Les affleurements du Crétacé inférieur sont fort étendus dans la partie des Alpes dont j'achève l'exploration. Leur stratigraphie était depuis longtemps déjà en partie connue par les travaux de Ch. Lory, Hébert, Jaubert, etc. Dans mes rapports à la Carte géologique depuis 1893 et dans une Note en collaboration avec M. Paquier (*C. R. S. G. F.*, Juin 1895), j'ai pu indiquer la plupart de ses traits importants. Certains ont été rappelés, avec des observations personnelles, par M. Kilian dans son travail d'ensemble sur l'Infrà-Crétacé delphino-provençal (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII, p. 659). Malgré ces connaissances déjà étendues, le résumé suivant de cette stratigraphie contient un certain nombre de points nouveaux, en tant qu'observations ou comparaisons avec les régions voisines.

Les *zones à Céphalopodes* que j'ai pu distinguer dans le faciès vaseux sont les suivantes :

I. Zone à *Hoplites Boissieri* Pict. sp., *Holcostephanus Negreli* Math. sp., etc. — **Berriasien** : Calcaires ; au sommet, niveau en partie marneux, passage au Valanginien, apparition des Ammonites pyriteuses (*Holc.* cf. *obliquenodosus* Ret.).

II. Zone à *Duvalia lata* Blainv. sp., *Hoplites pexiptychus* Uhl., etc. — **Valanginien inférieur** : partie principale des marnes à Ammonites ferrugineuses ; on y trouve encore des variétés de *Hopl. Callisto* d'Orb. sp.

III. Zone à *Hoplites neocomiensis* d'Orb. sp. var., *Hopl.* gr. de *regalis* Pavl. et *amblygonius* N. et Uhl., *Saynoceras verrucosum* d'Orb. sp. — **Valanginien supérieur** : partie supérieure des marnes, calcaires marneux.

Si je place la coupure du Valanginien *dans* les marnes pyriteuses et non pas *au-dessus*, comme le faisait M. Kilian, c'est que la partie supérieure de ces marnes se différencie bien d'avec l'inférieure par sa faune. M. V. Paquier l'a le premier caractérisée par la presque localisation de *Saynoceras verrucosum* et *Duvalia Emerici* à ce niveau, où je notais d'autre part le développement pris par

Bochianites (1) *neocomiensis* d'Orb. sp. En étudiant simultanément les faunes de nos régions, nous avons vu que l'extinction presque complète de groupes précédemment importants, et notamment des *Hoplites* voisins de *H. Callisto* et *H. pexiptychus*, contribue encore à différencier d'avec les « marnes à *Bel. latus* » ce niveau supérieur. Il est, au contraire, relié à la mince assise de marno-calcaires qui le sépare de l'Hauterivien par l'apparition de quelques rares représentants du groupe septentrional de *Hopl. regalis* Pavl., et surtout par la pullulation de certaines variétés de *Hopl. neocomiensis*, particulièrement de la variété plate, à côtes fines et serrées. Cette dernière forme arrive, dans les marno-calcaires, à être le fossile le plus abondant, le seul abondant même avec *Bochianites neocomiensis* et *Aptychus Didayi* ; les *Hoplites* du Hils (*H. longinodus* N. et Uhl., etc.) y continuent assez peu nombreux ; les *Phylloceras* et les *Lytoceras* n'y sont plus qu'en nombre restreint. Ainsi, il se produit une modification du facies faunique, avec atténuation importante du cachet méditerranéen, modification de même nature, quoique moins profonde, que dans le Sud de la région rhodanienne, où elle a été bien mise en lumière par M. Kilian (*loc. cit.*, p. 727). Entre les faunes des deux niveaux du Valanginien supérieur la différence est donc peu sensible au point de vue de l'évolution ; celle que l'on remarque réside presque uniquement dans une variation du degré d'influence des deux provinces voisines.

En résumé, je crois pouvoir distinguer dans le Valanginien deux zones, et dans la supérieure deux niveaux, savoir :

b. à *Hoplites* cf. *longinodus* N. et Uhl., peu de *Phylloceras*. *a.* à *Saynoceras verrucosum* d'Orb. sp., *Phylloceras* abondants.	Maximum de *Hopl. neocomiensis* d'Orb. sp. var. et de *Bochianites neocomiensis* d'Orb.

IV. Zone à *Crioceras* gr. de *Duvali* Léveillé (surtout *Cr. majori-*

(1) M. Kilian a montré (Montagne de Lure) que *Baculites neocomiensis* d'Orb. (*Pal. franç.*, *Terr. crét.*, I, Pl. 138) n'est pas en réalité une Baculite. Mais, à considérer la diagnose de d'Orbigny pour *Ptychoceras*, cette espèce n'appartiendrait pas non plus à ce genre ; car dans celui-ci le premier lobe latéral serait nettement pair (texte, p. 555 ; fig. de la ligne suturale de *Ptych. Emerici*, Pl. 137 ; j'ai observé le même type de cloisons sur un échantillon coudé de Durbonnas), tandis que chez le *Bac. neocomiensis* il est toujours impair. De plus, il me semble au moins fort probable que cette forme est, comme le croyait d'Orbigny, droite jusqu'à l'ouverture. Je crois donc que le mieux serait de considérer cette espèce comme le type d'un genre nouveau, défini par sa forme droite et ses lobes impairs et que l'on pourrait appeler *Bochianites* (de *Bochianum*, Bochaine ou Bauchaine, région du Buech, d'où provenaient notamment une partie des échantillons de d'Orbigny).

cense Nolan), *Holcodiscus incertus* d'Orb. sp., etc. Marno-calcaires de l'**Hauterivien** (part. princip.). Le niveau inférieur à *Duvalia dilatata* Blainv. sp., *Holcostephanus Jeannoti* d'Orb. sp., *Holc. hispanicus* Mall., bien connu aux environs de Grenoble par exemple, se différencie mal dans la région.

V. Zone à *Crioceras angulicostatum* Pict. sp. Marno-calcaires de l'**Hauterivien supérieur**. M. Paquier a indiqué déjà ce Criocère comme caractérisant ce niveau ; je n'en ai rencontré qu'exceptionnellement une variété dans les couches à *Cr.* gr. de *Duvali*.

Je rattache à cette zone le niveau marneux, à fossiles pyriteux, que M. Paquier a découvert d'abord dans les Baronnies (1). Cet auteur semble actuellement porté à la rattacher à la zone inférieure ; mais le Céphalopode le plus abondant dans ces marnes (avec les *Phylloceras*) est une espèce nouvelle d'*Holcodiscus* rare au-dessous et fréquente au contraire au-dessus, et les *Desmoceras* voisins de *D. Grossouvrei* Nickl. sp., qu'a signalés M. Paquier, sont également à affinités élevées.

VI. Zone à *Crioceras Emerici* d'Orb. sp., *Holcodiscus Alcoyensis* Nickl. sp., *Pulchellia*, etc. Marno-calcaires du **Barrémien inférieur**. Cette zone comprend le petit niveau pyriteux du col de Garnesier, à *H. Alcoyensis* Nickl. sp., *Desmoceras Grossouvrei* Nickl. sp., etc.

VII. Zone à *Silesites Seranonis* d'Orb. sp. Marno-calcaires du **Barrémien supérieur**, très rarement et peu fossilifères.

Dans l'**Aptien** de la région, les fossiles sont très rares et je n'en connais encore aucun qui soit caractéristique ; les deux zones sont donc impossibles à distinguer.

Les marnes noires à lits de grès vert (marnes *gargasiennes*) correspondent (2) à une bonne partie de l'Aptien et au **Gault** ; le Gault inférieur est bien caractérisé par *Hoplites tardefurcatus* Leym. sp., *Acanthoceras Milleti* d'Orb. sp., etc. Au sommet, des marno-calcaires à *Anisoceras* établissent le passage au Cénomanien.

FACIÈS. — La sédimentation vaseuse à Ammonites règne presque seule sur toute la région pendant deux phases de la période infracrétacée ; elles correspondent d'ailleurs à peu près, dans une très grande partie des Alpes calcaires françaises, aux deux maxima d'extension de ce faciès. Ce sont : 1° le Berriasien (sauf la base, où il y a encore des pseudo-brèches), et le Valanginien inférieur ; 2° l'Hauterivien moyen et supérieur.

(1) V. Paquier. *C. R. C. Carte géol.* pour 1894, p. 137. — V. Paquier et P. Lory, *C. R. S. G. F.*, 10 juin 1895.
(2) Cf. *C. R. C. Carte géol.* pour 1894, p. 134.

Calcaires valanginiens et hauteriviens. — Mais entre les deux se développent (1) des calcaires subcristallins, rosés, bicolores ou gris, à patine rousse, souvent avec bandes de silex noir; la surface des couches est parfois couverte d'*Aptychus* et d'empreintes d'Algues; le microscope y montre des Foraminifères et autres microorganismes.

Ces calcaires ont été signalés pour la première fois par M. Léenhardt (*Ventoux*, p. 46), près de St-Julien ; j'ai indiqué qu'ils existaient dans toute la région ; M. Léenhardt les rapprochait déjà des « calcaires du Fontanil », c'est-à-dire du Valanginien calcaire des environs de Grenoble. M. V. Paquier, observant les mêmes couches en Diois, a fait justement remarquer (2) qu'elles rappelaient surtout les calcaires roux du sommet de ce même Valanginien.

Sur la moitié Nord du pourtour du Dévoluy, les calcaires subcristallins à silex sont associés à des calcaires noirâtres, piquetés d'assez rares parcelles cristallines qui, tout en ressemblant davantage aux calcaires marneux, ont eux aussi une origine en partie zoogène. Ces deux sortes de calcaires prédominent là de beaucoup sur les lits de marnes et les couches de calcaires marneux ; et, grâce à leur dureté, le tout forme une barre souvent abrupte. Là où elle atteint sa plus grande puissance, elle ne laisse au-dessous d'elle qu'une faible épaisseur de marnes valanginiennes, et au-dessus d'elle les marno-calcaires de l'Hauterivien sont assez réduits, eux aussi. Le faciès calcaire, en partie zoogène, doit envahir ici, outre le Valanginien supérieur, de notables portions du Valanginien inférieur et de l'Hauterivien inférieur : pour ce dernier, une preuve directe est fournie par la présence d'un *Crioceras* du groupe de *Duvali* dans ces calcaires, au Col du Noyer. En signalant pour la première fois cette barre dans le *C. R. C. du Serv. de la Carte géol.* pour 1896, je la comparais à celle du Fontanil ; on voit qu'elle correspond, parfois au moins, à une durée un peu plus longue que celle-ci, comprenant les dépôts qui se produisaient au moment où le faciès glauconieux (3), peu profond lui aussi, régnait sur les chaînes subalpines nord.

Ainsi, pendant le milieu et la fin du Valanginien et le début de l'Hauterivien, une zone marine de faible profondeur, où se dépo-

(1) Voir aux *C. R. C. Carte géol.* mes rapports pour 1895 et 1896.

(2) *C. R. C. Carte géol.* pour 1896, p. 147.

(3) Je n'ai trouvé nulle part dans la région l'*assise glauconieuse* de base de l'Hauterivien à *Holcostephanus hispanicus* Mall., *Crioceras Duvali* Lév. Cependant, j'ai rencontré une trace de ce faciès dans l'Hauterivien inférieur de la Jarjatte, près de Lus; comme d'habitude, ce calcaire glauconieux était riche en *Hibolites*.

saient surtout des calcaires non vaseux, s'étendait le long du bord actuel des massifs cristallins, ici comme dans les chaînes subalpines au N. de la Moucherolle. Au Valanginien supérieur, en particulier, il devait y avoir continuité géographique dans le dépôt des calcaires siliceux. Les deux parties subsistantes de cette zone se raccordaient sans doute par le Trièves, à l'O. duquel on peut déduire des indications de Ch. Lory que le bord du Vercors (Gresse, le Mont Aiguille) faisait partie d'un géosynclinal vaseux.

Si ce dernier comprenait une bande à dépôts exclusivement marno-calcaires, elle devait se diriger plus ou moins vers le S. O., car dans tout le Bauchaine, et aussi dans les parties orientales du Diois (M. V. Paquier), on rencontre encore quelques couches de calcaires subcristallins, habituellement concentrés au niveau de *Saynoceras verrucosum* (partie supérieure des marnes).

Vers le sud également, si les calcaires subcristallins diminuent d'importance lorsqu'on s'éloigne des massifs centraux, ils restent cependant représentés partout. Très peu développés dans le Valanginien au N. de Veynes, ils forment au contraire des couches plus épaisses vers la terminaison méridionale des affleurements crétacés (Massif de la Petite-Céüze). Un peu plus au S., les dépôts sont entièrement vaseux, d'après les travaux de MM. Haug et Kilian : les conditions de sédimentation commençaient donc à se modifier vers la vallée de la Durance.

Dans la partie méridionale de la région, les calcaires subcristallins se montrent aussi, en un grand nombre de points, dans l'Hauterivien à *Crioc. Duvali*. En outre, le sommet de l'étage contient, aux Bernards de Montmaur, une curieuse petite lentille de calcaire imprégné de silice, remplie de Bivalves pourvus de leur test. C'est le faciès des lentilles si connues à *Rhynchonella peregrina* d'Orb. (sauf que je n'ai pas trouvé ici ce fossile) ; M. V. Paquier a reconnu à Rottier leur intercalation dans l'Hauterivien supérieur : c'est aussi à ce niveau qu'appartient le calcaire des Bernards, car il m'a fourni plusieurs *Crioceras angulicostatum*.

L'Hauterivien supérieur ne paraît pas contenir de calcaires subcristallins ; mais on les retrouve, identiques parfois à ceux du Valanginien, dans le nouveau développement de calcaires non vaseux qui commence au Barrémien ; ce qui montre bien que des conditions analogues ont été réalisées dans la région, non pas toujours il est vrai dans les mêmes parties, aux deux époques dont il s'agit (1).

(1) Des analogies entre les deux formations calcaires se retrouvent aussi en Vercors, où des couches à *Alectryonia rectangularis* existent non seulement dans le Valanginien supérieur, mais aussi à la partie moyenne de l'Urgonien.

Barrémien et Aptien inférieur ; *faciès zoogènes et à débris.* — Je ne reviendrai pas en détail sur la constitution très variée des intercalations que j'ai appelées *suburgoniennes* à cause de leurs étroits rapports d'âge et de nature avec le faciès *urgonien* : calcaires à débris, à entroques, à Orbitolines, oolithiques, subcristallins, compacts, etc., parfois remplis de Brachiopodes ou de Bélemnites, presque toujours riches en Foraminifères; ils se présentent le plus souvent en bancs entiers, mais parfois aussi ne formant que des miches, des lentilles ou des taches irrégulières dans des couches vaseuses.

Je suis à même aujourd'hui de préciser assez bien leur âge. A Montbrand, j'ai trouvé *Crioc. Emerici* Lév., *Pecten alpinus*, etc., du Barrémien inférieur dans le banc même où débutent les calcaires à débris. Près de la Cluse, d'autre part, des calcaires marneux recouvrant la masse principale de ceux-ci contiennent *Phylloceras ladinum* Uhl., *Silesites Seranonis* d'Orb. sp., c'est-à-dire une faunule du Barrémien supérieur ; 3 m. de couches à Orbitolines, puis 5 m. de calcaires, scintillants à la base, marneux au sommet, les séparent seuls des marnes noires gargasiennes.

Les calcaires suburgoniens de la région appartiennent donc en très grande partie aux deux zones du Barrémien. Ils peuvent même en certains points leur appartenir en totalité. L'Aptien inférieur est partout extrêmement réduit, à moins que la base des marnes noires à lits de grès vert ne lui appartienne encore.

Vers le nord, les calcaires subrécifaux prennent, en même temps qu'une forte épaisseur, un faciès qui les rapproche de plus en plus de l'Urgonien (couches à Rudistes exceptées). Il en est particulièrement ainsi dans la partie Nord du bassin de Lus et dans la crête du Pilhon (vers Grimone) : les grosses couches de calcaire jaunâtre qui y sont surtout développées se retrouvent à peu de distance dans les crêtes urgoniennes du Vercors.

Une autre analogie entre les deux formations consiste dans la présence, constante en Bauchaine, d'une couche de marnes calcarifères, qui s'intercale dans la barre de calcaires à débris comme la « couche inférieure à Orbitolines » dans l'Urgonien. Par sa teinte parfois jaunâtre, son toucher, etc., elle n'est pas sans ressemblance avec cette dernière, et la similitude devient frappante au S.O. de Lus, où elle se charge d'Orbitolines (1). D'autre part, par les Ammonites qu'elle peut contenir (*Costidiscus*, près de Lus), elle ressemble à l'intercalation vaseuse de la Cluse. Cependant les

(1) Cf. *C. R. C. Carte géol. pour 1896*, p. 142.

solutions de continuité dans les affleurements et l'absence de fossiles assez caractéristiques ne permettent pas d'assimiler sans réserves ces trois couches : assimilation qui, en attribuant au Barrémien supérieur la « couche inférieure à Orbitolines » résoudrait en grande partie la question de l'âge de l'Urgonien subalpin.

Du moins, l'étude de la région permet de dire que celui-ci doit être en bonne partie d'âge barrémien, c'est-à-dire que le faciès urgonien a commencé à régner plus tôt en Dauphiné que dans la Haute-Provence.

Ce n'est plus au N. et au N. E., c'est-à-dire au voisinage des massifs cristallins, que le faciès calcaire zoogène présente son maximum de développement et de durée, mais bien au N. O., sur le prolongement immédiat du bord du Vercors. Il va diminuant assez vite vers le S., où l'extrémité du massif de Céüze appartient déjà à la zone entièrement vaseuse qui comprend (1) toute la partie orientale des Basses-Alpes.

Pendant l'Aptien supérieur et tout le Gault, l'ensemble de la région est soumis (2) à un régime tranquille d'envasement et d'ensablement : ce sont des marnes noires avec lits de grès verts ; ces derniers, de développement variable, peuvent se présenter non seulement dans le haut, mais aussi dans le bas de l'ensemble ; ce n'est que sporadiquement et à l'O. que de gros bancs s'introduisent. Le régime est donc la continuation vers le N. de celui des Basses-Alpes orientales (3), modifié par une tendance à l'ensablement ; Aptien et Gault y sont en continuité, réunis sous le même faciès : il n'y a pas eu, entre les deux, ces épisodes qui ont amené des érorions et un changement profond dans la sédimentation, soit au N. O. (Vercors et Chartreuse, Ch. Lory) (4), soit au S. O. (Lure, M. Kilian) (5).

(1) Cf. notamment E. Haug. Chaînes subalpines entre Gap et Digne.

(2) Cf. mon *C. R. C. du Serv. de la Carte géol.* pour 1893, p. 178.

(3) MM. Haug et Kilian ont établi, comme on sait, qu'il y a continuité de sédimentation marneuse dans cette région de l'Aptien inférieur au Cénomanien (*in* M. Bertrand. Explic. panneau Prov. et Alp. Marit. à l'Exp. de 1889 ; Haug. Chaînes subalp. entre Gap et Digne). Dans le *C. R. C. du Serv. de la Carte géol.* pour 1894 j'ai indiqué (p. 134) que cette communauté de faciès pour l'Aptien supérieur et le Gault se continuait au N. de la Durance dans le massif de Céüze.

(4) Descr. géol. Dauphiné, p. 332 : Dans la plupart des localités le Gault « repose immédiatement sur les calcaires à Caprotines qui paraissent souvent avoir été dénudés et usés avant d'être recouverts par ce dépôt ».

(5) Montagne de Lure, p. 275 et 287.

Séance du 7 Mars 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites à la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Kalkovsky**, professeur à l'Université de Dresde, présenté par MM. Geinitz et Bergeron.

Doncieux, attaché au laboratoire de géologie de l'Université de Lyon, présenté par MM. Depéret et Riche.

M. **Gustave Dollfus** offre à la Société un opuscule qu'il a publié sous le titre de « *Discussion sur la base de l'étage cénomanien* » (Feuille des Jeunes Naturalistes, janvier et février 1898). C'est une réponse à M. Jukes Browne qui a attaqué la validité de l'étage cénomanien en s'appuyant sur ce que sa base serait mal délimitée. Cette question est bien connue des géologues français qui, pendant longtemps, ont cherché la meilleure classification à donner à la « Gaize », soit à la base du Cénomanien, soit au sommet de l'Albien. La faune de la Gaize est très spéciale, aussi bien en Angleterre qu'en France et ne peut fournir un argument complet, mais la stratigraphie apporte une preuve indiscutable en faveur du Cénomanien, car la discordance est partout très grande entre la zone à *Ammonites rostratus* et les autres terrains, par suite de l'étendue géographique différente et bien plus faible de l'Albien dans nos régions.

M. **Ph. Glangeaud** offre à la Société géologique un exemplaire du dernier numéro de la *Revue générale des Sciences* (28 février 1898), renfermant un article dans lequel il a analysé les dernières et remarquables découvertes de *Mammifères, faites en Patagonie*, par M. Fl. Ameghino.

Cette nouvelle faune mammalogique, étudiée par le savant paléontologiste argentin, comprend 115 espèces, se répartissant en 18 sous-ordres, 30 familles et 70 genres. Elle est considérée comme crétacée, toutefois sans preuves absolument certaines. M. Ameghino termine son étude, des plus intéressantes, en essayant de montrer que la Patagonie a été le berceau des Mammifères tertiaires.

ÉTUDES SUR LES RUDISTES

par M. H. DOUVILLÉ.

V. — Sur les Rudistes du Gault supérieur du Portugal

Notre confrère, M. Choffat, a signalé dès 1885 (1), dans le terrain crétacé du Portugal, un niveau riche en Rudistes sous le nom de couches à *Sphærulites Verneuili*. D'après un récent résumé du même auteur (2), ce niveau (niveau à *Polyconites Verneuili*) se trouve compris dans le Bellasien qui est lui-même subdivisé de bas en haut de la manière suivante :

Bellasien
- 1° Niveau à *Placenticeras Uhligi* avec *Mortoniceras inflatum*, qui représente le Gault supérieur.
- 2° Niveau du *Polyconites Verneuili* (renfermant encore *Placenticeras Uhligi*).
- 3° Niveau de l'*Ostrea pseudo-africana*, avec *Turrilites costatus* et Rudistes.
- 4° Premier niveau à *Pterocera incerta*.

Ces couches sont surmontées par le Rothomagien avec *Neolobites Vibrayei* et *Acanthoceras pentagonum*, paraissant bien représenter le Cénomanien supérieur, puis par les couches bien connues à *Caprinula* (avec *Sauvagesia Sharpei* et *Biradiolites Arnaudi*) qui, comme l'a montré M. Choffat, appartiennent au Turonien inférieur.

Le niveau dit à *Polyc. Verneuili* est ainsi intermédiaire entre le Gault supérieur et le Cénomanien ; auquel de ces deux terrains faut-il le rattacher ? Tous les géologues sont d'accord aujourd'hui pour accorder une valeur dominante aux caractères tirés de la présence des Ammonites ; or, la seule espèce trouvée jusqu'à présent à ce niveau est le *Pl. Uhligi* qui caractérise précisément le niveau inférieur. Nous devrons donc, au moins dans l'état actuel de nos connaissances sur la faune de ces couches à Rudistes, les rattacher à ce niveau inférieur, c'est-à-dire au Gault supérieur.

(1) Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal. Première étude : Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne (*Section des trav géol. du Portugal*. Lisbonne, 1885).

(2) *B. S. G. F.*, 17 mai 1897, 3e série, t. XXIV, p. 471.

Il est vrai que M. Choffat nous a signalé les analogies incontestables que présente le *Pl. Uhligi* avec certaines variétés aplaties du *Pl. syriacum*; et cette dernière espèce, quoique placée par certains auteurs dans le Turonien, paraît bien associée à une faune cénomanienne. Mais il nous paraît vraisemblable que ces deux formes quoique voisines représentent plutôt des *mutations* d'âge un peu différent que des *races* contemporaines.

Du reste, en tout cas, cette faune de Rudistes est placée vers la limite de l'Albien et du Cénomanien et elle vient combler une lacune dans la succession des faunes de cette nature connues jusqu'à ce jour. Il était dès lors intéressant d'étudier les espèces ayant vécu à cette époque et c'est le résultat de cet examen que nous présentons aujourd'hui à la Société. Nous remercions bien vivement notre confrère et ami, M. Choffat, qui a bien voulu nous envoyer les matériaux de cette étude.

Nous passerons successivement en revue les espèces que nous avons pu reconnaître :

1° **Polyconites sub-Verneuili** n. sp.

Cette espèce ressemble beaucoup à première vue au *P. Verneuili* et pouvait être facilement confondue avec lui; la valve inférieure est conique et la valve supérieure operculiforme; la valve inférieure est

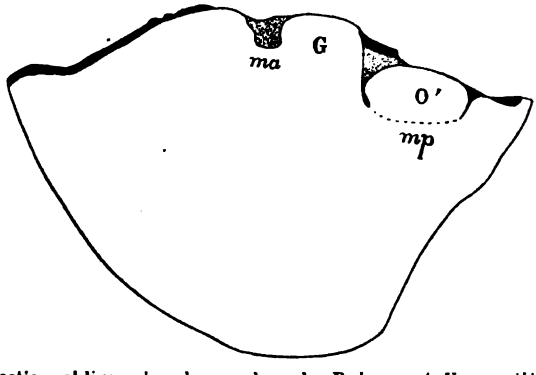


Fig. 1. — Section oblique des deux valves du *Polyc. sub-Verneuili* montrant la saillie *ma* sur laquelle s'insère le muscle antérieur, la cavité principale *G* et la cavité *O'* qui s'étend sous la lame myophore postérieure *mp* (en vraie grandeur). Loc. : Cabe Agua, près Cascaes.

seulement beaucoup plus largement adhérente du côté antérieur, de telle sorte que la section est à peu près semi-circulaire.

Sur tous les échantillons que nous avons eus entre les mains, le test est à peu près complètement résorbé, aussi les caractères des sections sont-ils assez peu distincts ; nous avons pu cependant nettement constater sur la valve supérieure (Fig. 1) la présence de

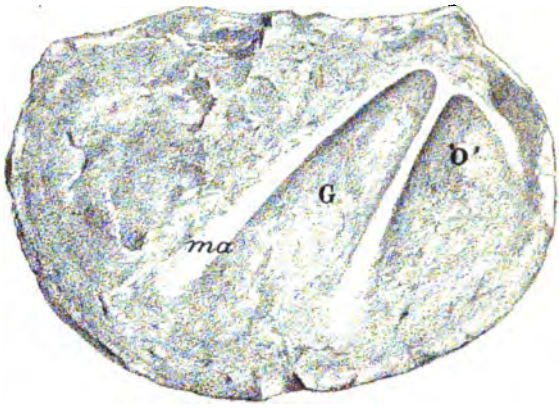


Fig. 2.

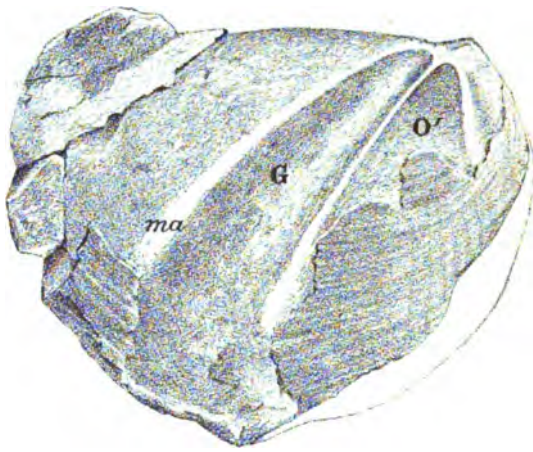


Fig. 3.

Fig. 2, 3. — Valves supérieures de *Polyconites sub-Verneuili*, dans lesquelles les couches du test ont été enlevées ou ont disparu par écrasement ; on distingue le sillon *ma* correspondant à l'insertion du muscle antérieur ; la cavité principale *G*, très étroite, et la cavité *O'*, située sous la lame myophore postérieure (en vraie grandeur). Loc. : Environs de Cascaes.

la cavité O' qui, dans le genre *Polyconites*, s'enfonce sous la lame myophore postérieure ; on distingue également sur cette section la saillie qui correspond à l'insertion du muscle antérieur (*ma*).

Si l'on examine attentivement le moule interne de la valve supérieure (Fig. 2, 3), il est facile d'y reconnaître les sillons caractéristiques des *Polyconites*; c'est d'abord du côté antérieur le sillon *ma* correspondant au support du muscle antérieur; au-delà, on distingue le cône *G*, moulage de la cavité principale, puis le cône *O'* correspondant à la cavité située sous la lame myophore postérieure. La position relative de ces sillons *diffère beaucoup* de celle que l'on peut observer dans le *P. Verneuili*; il suffit, pour le constater, de comparer les figures ci-jointes à celle que nous avons donnée précédemment (1) de la partie supérieure du birostre de cette dernière espèce; le sillon *ma* est dans l'espèce du Portugal beaucoup plus éloigné du bord que dans le *P. Verneuili*; par contre, dans cette espèce, le cône *G* est bien plus obtus que dans la première. La forme du Portugal, malgré ses analogies avec le *P. Verneuili*, peut donc en être facilement distinguée; c'est en réalité une mutation de cette espèce et d'un âge un peu plus récent, nous la distinguerons sous le nom de *P. sub-Verneuili*. Par l'étroitesse de sa cavité principale *G*, cette espèce se rapproche du *P. operculatus* du Cénomanien supérieur, dont nous avons précédemment figuré la partie supérieure du birostre (2), mais la forme générale est bien différente : le *P. operculatus* présente toujours une section arrondie qui paraît résulter de ce fait que la coquille n'est fixée que par sa pointe, à la manière des Hippurites, tandis que le *P. sub-Verneuili* a une section semi-circulaire et est largement fixé par tout son côté antérieur aplati. Dans cette dernière espèce le sillon *ma* est aussi bien plus éloigné du bord de la coquille.

2° **Caprina Choffati** n. sp.

C'est là certainement une des formes les plus intéressantes de ce niveau; malheureusement ici, comme pour l'espèce précédente, le test est partiellement résorbé de sorte que les sections n'ont pas toujours la netteté désirable.

Extérieurement, la coquille se compose d'une valve inférieure conique présentant un sillon ligamentaire dorsal et une dépression longitudinale du côté ventral; elle est ornée de côtes longitudinales assez rarement conservées; la valve supérieure est fortement enroulée en spirale, mais la partie voisine du limbe est souvent déroulée et à peu près droite sur une longueur variable; la surface

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII, pl. XV, fig. 6.
(2) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XV, p. 780, fig. 7.

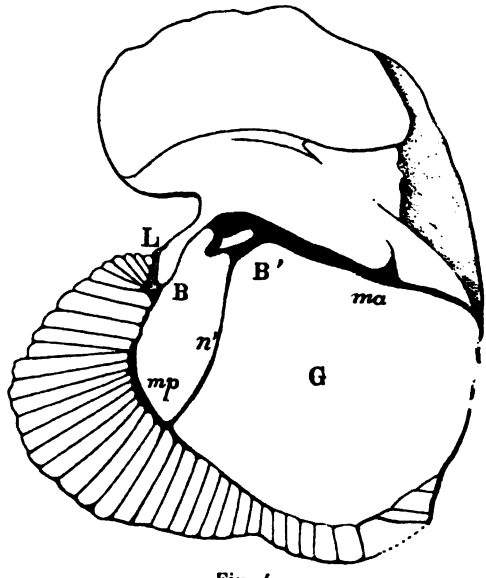


Fig. 4.

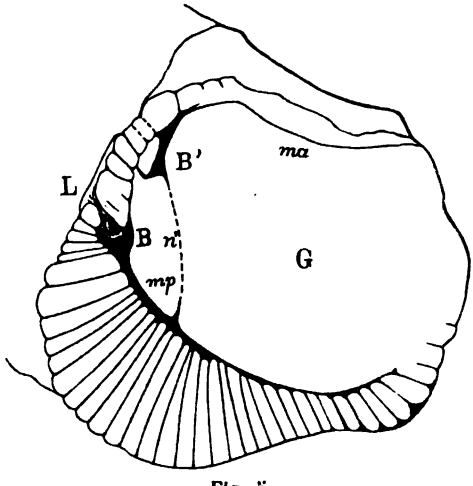


Fig. 5.

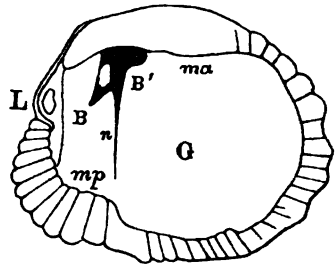


Fig. 6.

Fig. 4, 5. — Sections de la valve supérieure de *Caprina Choffati* ; B, dent postérieure ; B', dent antérieure ; L, sillon ligamentaire externe et repli des lames externes aboutissant à une cavité ligamentaire interne ; *ma*, *mp*, lames myophores ; *n'*, cavité accessoire résultant du développement de la fossette myophore postérieure ; G, cavité principale (en vraie grandeur). Loc. : Cabe agua, près Cascaes.

Fig. 6. — Section naturelle d'une valve supérieure de *Caprina Choffati*, d'après un croquis communiqué par M. Choffat (figure réduite) ; cette section montre que les canaux s'étendaient sur tout le pourtour de la coquille.

extérieure paraît cannelée en long; mais ce n'est qu'une fausse apparence, la résorption du test ayant pour effet de mettre en évidence les lames radiantes périphériques.

Caractères internes. — Sur les sections que nous avons fait exécuter et sur les sections naturelles qui ont été relevées par M. Choffat on reconnaît facilement les caractères habituels de la valve supérieure des Caprines : la charnière n'est pas toujours bien distincte; elle montre cependant (Fig. 4, 5 et 6) une dent postérieure B et sur son prolongement une lame myophore dressée *mp*; en arrière de cette dent on distingue un repli des lames externes aboutissant à une cavité ligamentaire interne. La dent antérieure B' est bien marquée, et sert d'appui à une lame transversale séparant la fossette *n'* de la cavité principale G. Enfin, en dehors de l'appareil cardinal et sur toute la périphérie en dehors de la ligne palléale, on distingue une série continue de canaux constitués par des lames radiantes *toujours simples*, au moins dans la région ventrale.

La valve inférieure est généralement moins bien conservée; l'appareil cardinal est peu distinct : on distingue plus nettement les lames myophores antérieure et postérieure (Fig. 7 et 8), reliées au bord de la coquille par des lames radiantes assez espacées. La lame myophore postérieure est très allongée et son point d'insertion sur la coquille correspond précisément à la dépression ventrale que nous avons signalée. Il n'y a aucune trace de canaux marginaux en dehors de la région cardinale. En résumé, même forme extérieure que la *C. adversa*, mais avec une taille moitié moindre; la taille et l'ornementation rappellent tout à fait celles de la *Caprinula Boissyi*. Intérieurement, charnière de *Caprina*, rappelant celle des *Caprinula* par la disposition des lames myophores et par l'existence d'une cavité accessoire au milieu de la dent antérieure B'. Canaux bien développés sur tout le pourtour de la valve supérieure, formés par des lames radiantes écartées et toujours simples sur la région ventrale; sur la valve inférieure, des canaux seulement en dehors des lames myophores.

Les caractères que nous venons d'indiquer sont exactement ceux du genre *Caprina*, qui doit être précisé de la manière suivante : Genre **Caprina** : valve inférieure conique, valve supérieure spiralée. *Charnière* constituée par une dent N (3*b*) sur la valve inférieure et deux dents B (P II) et B' (A II) sur la valve supérieure. Lames myophores dressées et séparées du bord des valves par des canaux plus ou moins compliqués aussi bien sur la valve inférieure que

sur la valve supérieure; des canaux périphériques seulement sur la valve supérieure et formés par des lames radiantes *simples* ou *bifurquées* une ou plusieurs fois.

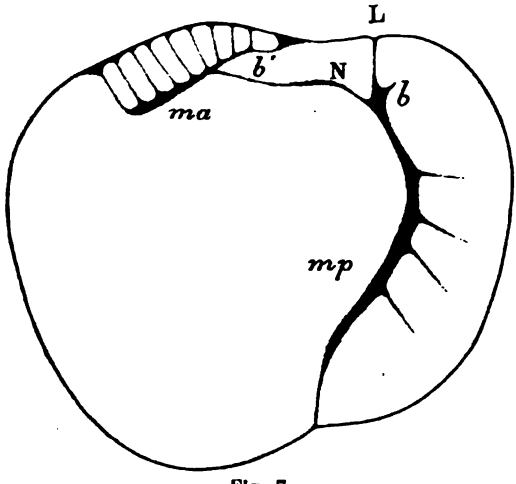


Fig. 7.

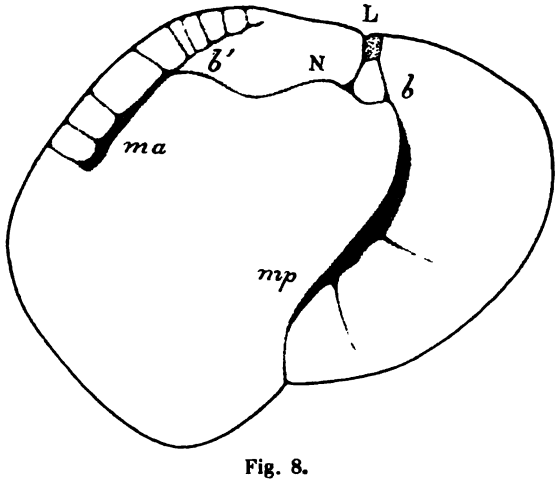


Fig. 8.

Fig. 7, 8. — Section de la valve inférieure de *Caprina Choffati*, montrant les canaux situés en dehors des deux lames myophores [*ma* (antérieure) et *mp* (postérieure)]; *b'*, N, *b*, position approximative des fossettes et de la dent cardinale; L, sillon correspondant à la cavité ligamentaire (Loc. : Cabe Agua, près Cascaes).

Les différentes formes qui appartiennent à ce genre se distinguent par le développement plus ou moins considérable de la cavité *n'* et

par la disposition des lames radiantes. Ces dernières peuvent être simples comme dans l'espèce que nous venons de décrire, *C. Choffati*, et dans les *C. schiosensis* et *C. communis*, ou tantôt simples et tantôt bifurquées (*C. adversa*), tantôt enfin plusieurs fois bifurquées. Ces dernières formes sont encore incomplètement connues et constituent un groupe un peu particulier qui paraît principalement représenté en Sicile : la plupart des formes décrites par Gemmellaro comme *Caprinella* paraissent devoir être rangées, en effet dans ce dernier groupe des *Caprina ;* une forme analogue a été recueillie récemment par M. de Grossouvre dans le Cénomanien de Cubières (Ariège); malheureusement le niveau précis de ce fossile n'est pas connu.

Avec ses lames périphériques simples et non bifurquées, la *C. Choffati* ne pourrait être confondue qu'avec les *C. schiosensis* et *C. communis*. Elle se distingue assez facilement de la première de ces deux espèces par la petitesse relative de la cavité *n'* ; elle est beaucoup plus voisine de la seconde espèce qui, d'après des échantillons qui nous ont été obligeamment envoyés par M. de Stefano, se fait également remarquer par le peu de développement de la cavité *n'* Du reste, la comparaison de l'espèce du Portugal avec celle de Sicile présente des difficultés particulières, surtout par suite de leur mode de conservation très différent : le type sicilien est parfaitement conservé et le test est épais et robuste dans toutes ses parties ; dans les échantillons portugais, au contraire, le test paraît résorbé en partie, toutes les sections ne présentent que des lames minces et souvent même s'évanouissant presque complètement ; il en résulte une telle exagération dans les caractères différentiels, qu'il est difficile de se rendre compte de ce qu'ils seraient réellement si les échantillons étaient dans le même état de conservation. On peut dire cependant que la forme générale paraît un peu différente dans les deux types ; la *C. Choffati* ne présente jamais sur sa valve supérieure la carène qui existe le plus souvent dans le *C. communis ;* par contre, celle-ci ne paraît pas présenter de dépression marquée sur la région ventrale de la valve inférieure. Quoi qu'il en soit de la valeur exacte de ces différences, il n'en est pas moins certain que ces deux formes sont extrêmement voisines ; il est probable qu'elles appartiennent à des niveaux peu différents.

3° **Horiopleura Lamberti ?** M.-Ch.

Plusieurs échantillons de petite taille et ne montrant que les couches externes; ils rappellent tellement par leur ornementation

les individus jeunes de l'*H. Lamberti* que cette détermination présente les plus grandes probabilités. Il pourrait se faire toutefois que des échantillons mieux conservés montrassent quelques modifications dans les caractères internes.

4° **Radiolites cantabricus** Douv.

Nous n'avons pas eu communication de cette espèce, que nous signalons d'après la détermination de M. Choffat. Ces formes, simples, coniques, à lames externes dressées et imbriquées, n du reste fréquentes dans les niveaux inférieurs, et leurs mutations, qui aboutissent aux *R. triangularis* et *R. Fleuriausi* du Cénomanien, seront probablement bien difficiles à distinguer les unes des autres.

5° **Toucasia santanderensis** Douv.

Un échantillon de grande taille provenant des environs d'Estoril (Antigo), et un peu altéré à la surface, montre nettement la forme de l'apophyse myophore de la valve supérieure ; celle-ci est franchement coudée et reproduit à peu près la disposition que nous avons figurée précédemment dans cette espèce (1), et qui en est tout à fait caractéristique. Nous ferons observer du reste que dans un même échantillon la forme de l'apophyse myophore n'est pas la même en ses différents points, elle varie à mesure qu'on s'écarte du plan de la commissure des valves ; en outre les divers échantillons que nous avons rapportés à cette espèce présentent d'assez grandes variations, mais il ne nous a pas été possible jusqu'à présent de nous assurer si ces variations indiquent des différences spécifiques ou simplement des différences de races ou de variétés.

En résumé, on voit que la faune des couches que nous venons d'examiner renferme les espèces suivantes : *Polyconites sub-Verneuili, Caprina Choffati, Horiopleura Lamberti?, Radiolites cantabricus, Toucasia santanderensis.* Cette faune présente des analogies incontestables avec celle que nous avons précédemment décrite comme caractérisant le Gault des Pyrénées. Toutefois, la présence des Caprines lui donne un caractère un peu plus récent ; dans le même ordre d'idées nous avons vu également que le *Pol. sub-Verneuili* se rapproche, sous certains rapports, de *P. operculatus* du

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII, p. 633, fig. 4 et 5c.

Cénomanien. Les caractères de cette faune sont donc bien d'accord avec son niveau stratigraphique qui correspond à la partie tout à fait supérieure de l'Albien. Ajoutons du reste que les sections des divers échantillons nous ont montré dans la roche de nombreuses *Orbitolines* toujours plus coniques et plus épaisses que l'*O. concava* du Cénomanien supérieur et se rapprochant plutôt des formes qui caractérisent les niveaux inférieurs.

VI. — Sur les faunes de Rudistes du Crétacé inférieur

Au point de vue des Rudistes, il est commode et pratique de distinguer un groupe crétacé inférieur comprenant l'ensemble des couches à *Orbitolines ;* jusqu'à présent ce dernier genre de fossiles n'a pas été signalé au-dessus du Cénomanien supérieur; il manque bien certainement dans les couches à Rudistes du Turonien supérieur et il n'a pas été cité dans les couches à Caprinules d'Alcantara qui, d'après M. Choffat, représentent le Turonien inférieur.

1° La plus ancienne faune appartient au Valanginien ; elle est caractérisée par des *Valletia*, forme souche de tout le groupe inverse, et par des *Monopleura*.

2° La faune urgonienne est beaucoup plus riche ; à côté des *Monopleura* très abondants, M. Paquier a signalé toute une série de formes se rapprochant des *Himeraelites*, des *Caprotina (Sellæa)* ou rappelant même par leurs canaux les *Caprina* et les *Caprinula*. Ajoutons à cela le curieux genre *Ethra* que M. Paquier rapproche des Caprotininés, et enfin le genre *Agria*, forme ancestrale des Radiolitidés. M. Paquier cite encore à ce niveau des *Horiopleura* et *Polyconites* provenant de la Catalogne. Mais il ne nous paraît pas démontré que ces couches de Catalogne appartiennent encore à l'Urgonien ; dans les Pyrénées et dans la Péninsule ibérique les calcaires dits à Requiénies sont habituellement placés vers la limite de l'Aptien et de l'Albien ou même plus haut.

3° Nous plaçons à la base de l'Albien la faune à Rudistes si développée sur les deux versants des Pyrénées et caractérisée par l'apparition des genres *Polyconites (P. Verneuili)*, *Horiopleura (H. Lamberti)* et *Radiolites* du type *cantabricus*.

4° L'Albien supérieur a une faune analogue : c'est celle que nous venons précisément d'étudier ; on y a rencontré également des *Polyconites*, *Horiopleura* et *Radiolites*, mais elle renferme en outre de vrais *Caprina (C. Choffati)*, à lames radiantes simples et à cavité *n'* peu développée et, d'après M. Choffat, des *Ichthyosarcolithes*.

5° La faune du CÉNOMANIEN INFÉRIEUR n'est pas encore connue avec certitude; nous serions assez porté à lui attribuer la curieuse faune à Caprines de la Sicile, décrite il y a longtemps déjà par Gemmellaro. Tout d'abord la présence dans cette couche de nombreuses *Orbitolines* montre qu'elle ne peut pas être rangée dans le Turonien, comme on l'avait pensé jusqu'à présent; la présence de Radiolites du groupe *Cantabricus-Fleuriaui*, ou même se rapprochant des *Sauvagesia* du Cénomanien supérieur n'est pas non plus un argument suffisant en faveur de ce classement. Par contre, nous pouvons citer comme caractère archaïque la petitesse de la cavité *n'* dans la *Caprina communis*. Le genre *Sphærocaprina* se retrouve dans le Nord de l'Italie à un niveau peut-être un peu plus élevé. Quant aux formes décrites sous le nom de *Caprinella*, une seule, la *C. bicarinata* paraît se rapporter à un *Ichthyosarcolithus*, les autres appartiennent vraisemblablement au genre *Caprina*, comme nous l'avons déjà fait observer; ce sont du reste des formes bien voisines les unes des autres et présentant à peu près les mêmes caractères internes que la *C. communis*.

Enfin, dans les couches situées immédiatement au-dessous et qui appartiennent peut-être encore au même étage, les Caprotinidés sont représentées surtout par des *Sellœa* qui, d'après les découvertes de M. Paquier, représenteraient plutôt une forme archaïque des *Caprotina*.

6° La faune du CÉNOMANIEN SUPÉRIEUR est bien connue, au moins en France; elle est caractérisée par des Orbitolines plates (*O. concava*), par *Caprina adversa*, *Caprinula Boissyi*, *Polyconites operculatus*, des *Radiolites* du type ancien (*R. Fleuriaui*, *R. triangularis*), des *Ichthyosarcolithes*; toutes ces espèces appartiennent à des genres ayant apparu précédemment. L'abondance des *Caprotines* vraies serait peut-être un caractère plus important, ainsi que l'apparition du genre *Sauvagesia*.

On sait que la faune du TURONIEN INFÉRIEUR d'Alcantara présente encore des *Caprinula* et des *Sauvagesia*, mais se distingue par l'apparition du genre *Biradiolites* et la disparition des *Orbitolines*.

La faune du Col dei Schiosi décrite par M. Boehm et caractérisée par *Caprina schiosensis*, *Caprinula Stefanoi* et *Sphærocaprina* occuperait, d'après M. Munier-Chalmas, la partie supérieure du Cénomanien; la *C. schiosensis* serait alors une forme représentative de la *C. adversa*.

VII. — Sur un nouveau genre de Rudistes (Rousselia Guilhoti)

Notre confrère, M. Roussel, nous a communiqué, il y a déjà plusieurs années, un curieux Rudiste recueilli par M. Guilhot dans le Campanien supérieur de Lasserre (Ariège). Extérieurement ce fossile ressemble à un *Monopleura ;* la valve inférieure est plus ou moins droite, conique, la valve supérieure est assez fortement convexe.

Les caractères internes sont également ceux d'un *Monopleura*, comme le montre une section pratiquée vers la partie supérieure de la valve inférieure : on distingue sur cette section une dent postérieure B (P II) assez petite et une dent antérieure B′ (A II) présentant par contre un très grand développement ; ces deux dents sont séparées par la dent unique N (3*b*) de la valve inférieure droite. Une section perpendiculaire à la précédente montre que les deux muscles sont marginaux et portés sur la valve supérieure par deux épaississements du test qui s'élèvent obliquement un peu au-dessus du plan de la commissure des valves. On n'observe aucune trace de cavité ligamentaire interne, et il est très probable que le ligament devait être externe comme dans *Monopleura* ; malheureusement l'échantillon est un peu usé du côté postérieur, les lames externes ont disparu et on n'observe aucune trace du sillon ligamentaire.

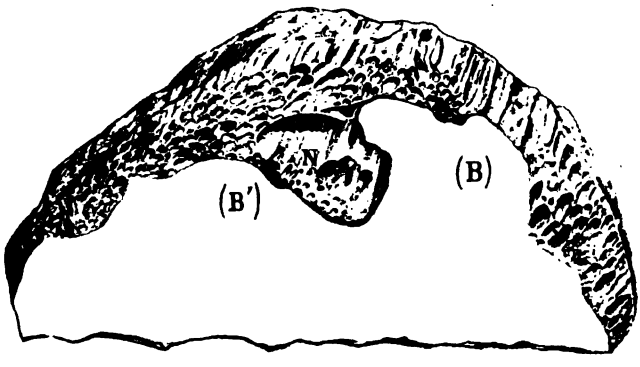


Fig. 9. — *Rousselia Guilhoti*, vue oblique de la partie postérieure du limbe, un peu usée, montrant les canaux marginaux envahissant la dent N (Gr. 2 fois).

Ce qui donne à cet échantillon un caractère tout particulier, c'est la constitution du test : tout d'abord, on constate que les *couches externes* ont presque entièrement disparu ; il en reste cependant

quelques lambeaux sur la valve supérieure et l'on peut s'assurer que ces couches étaient minces, d'une couleur plus foncée que le reste du test et d'une structure manifestement fibreuse; sur la valve inférieure elles paraissent avoir été encore plus minces.

Les *couches internes* sur la valve supérieure sont compactes et ne présentent rien de particulier; sur la valve inférieure, au contraire, elles sont traversées par de nombreux canaux longitudinaux rappelant ceux des *Ichthyosarcolithes*. Ces canaux sont bien visibles sur la section transversale (fig. 11) et paraissent occuper toute la périphérie de la coquille : ils sont arrondis et ont environ 1 millimètre de diamètre; les uns sont remplis par la gangue extérieure, ce qui indique qu'ils étaient restés vides, d'autres, surtout du côté antérieur interne, sont remplis d'un dépôt de chaux carbonatée et présentent deux ou trois couches concentriques, comme s'ils avaient été obstrués du vivant même de l'animal par un épaississement des parois. Enfin, si on examine les canaux visibles extérieurement, par suite de l'usure de la coquille, on voit qu'ils présentent assez fréquemment des planchers transversaux situés à des hauteurs irrégulières et ne se correspondant pas sur les différents canaux.

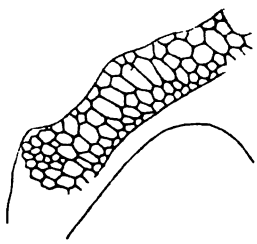


Fig. 10. — Même échantillon que ci-dessus; section montrant le détail du réseau polygonal des canaux du limbe.

Nous ajouterons que la coquille présentant encore ses deux valves en connexion, n'a pas dû être roulée sur la plage pendant longtemps, avant d'être enfouie dans les sédiments, et, par suite, la partie des canaux qui a été remplie par la gangue était bien vide du vivant de l'animal; ces canaux ne peuvent donc résulter de la décomposition d'un test à texture prismatique; l'indépendance des planchers transversaux vient également confirmer cette manière de voir. Du reste, la texture prismatique du test caractérise exclusivement les couches externes et n'a jamais été observée sur les couches internes. En se rapprochant du bord supérieur de la coquille les parois des canaux diminuent d'épaisseur, et ceux-ci deviennent nettement *polygonaux* (fig. 10). Sur le limbe lui-même, qui est visible sur la région dorsale postérieure de la coquille par suite de l'usure de la valve supérieure, on voit que toute la surface de la valve est couverte par une série d'*alvéoles polygonales* correspondant aux canaux du test; ces canaux et ces alvéoles rappellent

tout à fait ceux des Caprinules, sauf que leurs dimensions sont plus faibles, et on observe encore dans la région tout à fait marginale quelques indications dès lames radiantes primitives. Nous avons fait reproduire ci-contre (fig. 9) cette curieuse disposition du limbe de la valve inférieure : la vue a dû être prise obliquement pour que les détails en fussent plus facilement perceptibles. On voit nettement sur cette partie supérieure de la coquille que les canaux envahissent l'appareil cardinal et en particulier la dent *N*.

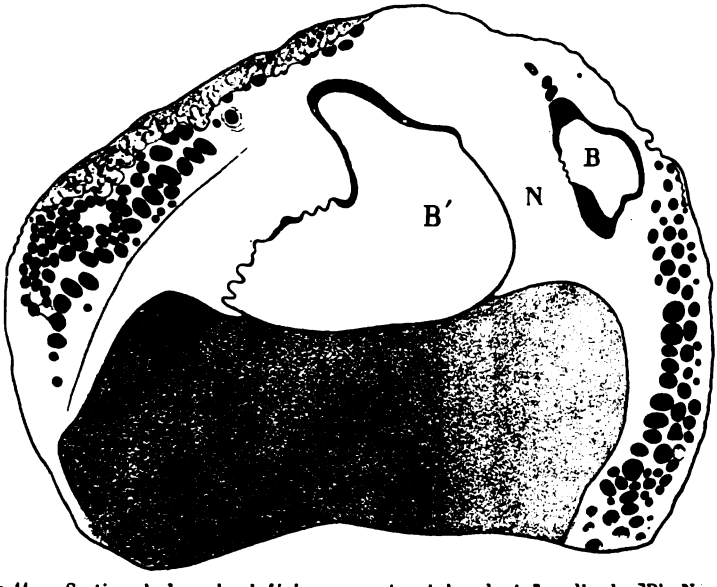


Fig 11. — Section de la valve inférieure montrant les dents cardinales B', N et B et les canaux du limbe, arrondis par l'épaississement de leurs parois ; les uns sont remplis par la gangue et les autres par un dépôt de chaux carbonatée.

Le type que nous venons de décrire diffère de toutes les formes connues jusqu'à présent, nous le dédions à notre confrère M. Roussel sous le nom de *Rousselia Guilhoti*. Le genre *Rousselia* devra être défini comme un *Monopleura* présentant sur sa valve inférieure des canaux polygonaux périphériques.

Nous avons insisté un peu longuement sur la structure si curieuse de cette valve inférieure parce qu'elle présente de très grandes analogies avec celle des valves d'un autre genre tout aussi singulier, le genre *Coralliochama ;* nous retrouvons ici les mêmes canaux polygonaux, mais encore de dimensions plus réduites et envahissant

également l'appareil cardinal ; sur le bord externe les lames radiantes sont très marquées ; en outre, les canaux longitudinaux présentent également des planchers transversaux, distribués irrégulièrement. Malgré leur analogie de formes et de dimensions, il n'y a aucune homologie entre le réseau polygonal des *couches internes* des *Coralliochama* qui correspondent à de vrais canaux, et le réseau polygonal des *couches externes* des *Radiolites* provenant de la structure prismatique de ces couches ; dans le premier cas il s'agit de canaux creux et dans le second de prismes pleins. Sans doute on constate quelquefois que par suite de l'altération du test ces prismes pleins peuvent se transformer en cellules creuses, mais alors il reste toujours une trace distincte des couches successives du test sous la forme de planchers réguliers et *généraux* coupant transversalement tous les prismes.

VIII. — Des canaux du test dans les Rudistes

Un grand nombre de types de Rudistes présentent des canaux longitudinaux creusés dans l'épaisseur du test; cette disposition ne se rencontre que dans ce groupe fossile, et c'est là un des traits curieux de cette famille si singulière à tous les points de vue ; il nous a paru intéressant d'examiner rapidement l'histoire de cette disposition spéciale.

Une première distinction doit être faite tout d'abord, suivant la nature des couches du test dans lesquelles sont creusés les canaux : on sait, en effet, que le test de tous les Lamellibranches se compose de deux couches différentes, les *couches internes* formées de lames superposées porcelanées ou nacrées et sécrétées par la presque totalité de la surface du manteau et les *couches externes* essentiellement de nature prismatique produits par le bord du manteau ; ces prismes peuvent être assez gros et perpendiculaires à la surface interne de la coquille comme dans les *Ostrea*, *Pinna*, etc., ou, au contraire, fins et très obliques à cette même surface, comme dans les *Mytilus*. Si l'on examine les différentes sortes de canaux que présentent les Rudistes, on voit que presque toujours ces canaux sont creusés dans les couches internes ; c'est là le cas presque général. Exceptionnellement, au contraire, dans les *Hippurites*, peut-être aussi dans le genre *Joufia* Boehm et dans quelques formes de la Jamaïque décrites récemment par M. Whitfield, les canaux sont creusés dans les couches prismatiques externes. Les canaux sont ainsi d'origine tout à fait différente dans ces deux groupes, et malgré

leur analogie, qui n'est du reste qu'apparente, ils ne peuvent à aucun point de vue être considérés comme homologues.

Au point de vue de l'étude des canaux, nous avons encore à subdiviser en deux parties la surface de la coquille correspondant aux couches internes; nous distinguerons la zone *marginale* située en dehors de l'impression palléale et la zone intérieure proprement dite. La ligne palléale qui sépare ces deux zones peut être prolongée par les impressions des muscles adducteurs, puis par les impressions pédieuses; dans certains cas on observe, en outre, d'autres impressions accessoires qui viennent réunir les deux extrémités dorsales de la ligne palléale, de telle sorte que la zone marginale que nous venons de définir comprend en réalité toute la région cardinale.

Premier Groupe

Les canaux sont creusés exclusivement dans les couches internes; il est facile de voir qu'ils sont restreints à la zone marginale.

Ces canaux ne se rencontrent jamais dans les formes dites « normales »; en outre, il existe un très grand nombre de genres de la série « inverse », telles que *Valletia*, *Gyropleura*, *Monopleura*, dans lesquelles les canaux n'existent pas non plus; ces formes sont les plus voisines de la série « normale » et celles qui présentent en réalité les caractères les plus primitifs. Dans tout cet ensemble de formes dépourvues de canaux, les muscles s'insèrent directement sur le bord des valves.

Un des caractères les plus particuliers que présentent les Rudistes, est le développement rapide de leurs valves, dans un sens perpendiculaire au plan de la commissure, de telle sorte qu'elles prennent fréquemment la forme d'un cornet droit ou spiralé; dans ce cas les fossettes cardinales s'approfondissent, entraînant l'allongement des dents cardinales; en même temps les surfaces d'insertion des muscles se transforment en lames myophores plus ou moins dressées. Par suite même de leur forme et de leur direction, ces dents et ces lames dressées ne suivent que difficilement le mouvement d'élargissement ou de croissance périphérique de la coquille et il en résulte une tendance à la formation d'une fosse plus ou moins profonde entre le bord de la coquille d'un côté, les dents et les lames myophores de l'autre, c'est-à-dire en dehors de la ligne cardinale et des impressions musculaires. C'est là l'origine des *cavités accessoires* des *Caprotina* qui se développent exclusivement dans la région que nous venons de définir; la cavité accessoire postérieure

est elle-même subdivisée en deux par une lame radiante qui part de l'extrémité de l'apophyse myophore. Des cavités accessoires analogues existent déjà dans certaines formes de l'Urgonien découvertes par M. Paquier, non seulement sur la valve supérieure, mais encore sur la valve inférieure, disposition analogue à celle des *Sellæa* de M. de Stefano. Dès l'origine, ces cavités accessoires ont une tendance à se subdiviser en *canaux* plus ou moins larges par le développement de *lames radiantes qui ont pour objet de consolider les lames myophores* dressées en les reliant au bord de la coquille ; l'animal réalise ainsi le maximum de solidité avec la moindre dépense. Cette disposition se rencontre dès l'Urgonien dans les curieuses formes que M. Paquier rapproche des *Caprina* et qui présentent des canaux localisés en dehors des lames myophores.

Mais un degré de plus est bientôt franchi et les canaux envahissent toute la zone marginale en s'étendant sur la région ventrale soit sur la valve supérieure seulement *(Caprina)*, soit sur les deux valves *(Caprinula)*. En même temps, dans ce dernier type, les lames radiantes se trouvent consolidées par des lames transversales et les canaux deviennent polygonaux ; toute la zone marginale prend une texture alvéolaire à mailles plus ou moins larges. Ainsi cette disposition qui, primitivement, se bornait à des lames de soutien des lames myophores, s'est rapidement étendue à toute la zone marginale du test aboutissant à une structure alvéolaire généralisée et ayant pour effet de réaliser le *maximum de solidité* avec le *minimum de dépense en calcaire*, et par suite de permettre à l'animal d'accroître sa coquille le *plus rapidement possible*. Les canaux envahissent peu à peu l'appareil cardinal lui-même ; nous en avons signalé dans la dent B' des *Caprinula* et de certaines *Caprina* ; dans *Rousselia* ils sont très nombreux dans la dent N ; enfin dans *Coralliochama* ils se montrent dans la plus grande partie de l'appareil cardinal.

Il est bien certain que cette structure si singulière de la zone marginale de la coquille de certains Rudistes est en relation avec la constitution de la zone correspondante du manteau. Quelles sont les lignes de cette zone marginale suivant lesquelles le calcaire doit se déposer de préférence ? Il paraît difficile de répondre catégoriquement à cette question et nous ne pourrons guère indiquer que des probabilités. On pourrait penser tout d'abord que les lames calcaires se forment sur le parcours de vaisseaux constituant un réseau plus ou moins compliqué, mais les anatomistes n'ont jamais rien signalé de semblable dans cette région du manteau, où l'on n'observe guère que des lacunes plus ou moins mal délimitées. D'un autre côté,

dans le genre *Caprotina*, où il n'existe qu'*une seule* lame radiante, celle-ci vient précisément se placer à l'extrémité du muscle postérieur, c'est-à-dire en face du ganglion nerveux postérieur; elle correspond ainsi vraisemblablement à un filet nerveux qui part de ce ganglion pour innerver la zone marginale du manteau. Si on examine le tracé détaillé des nerfs palléaux, tel qu'il a été donné par exemple par Karl Drost pour le *Cardium edule* (1), on voit qu'il existe des analogies incontestables entre la forme des ramifications de ces nerfs et les lames radiantes ; fréquemment ces ramifications sont plusieurs fois bifurquées comme le sont les lames des *Plagioptychus* et de certaines *Caprines;* d'autres fois les filets nerveux rayonnants sont réunis par des anastomoses transversales, disposition qui rappelle les canaux polygonaux des *Orthoptychus* et des *Caprinula*. Il nous paraît donc que l'on peut énoncer avec une certaine vraisemblance l'hypothèse suivante : « *Le réseau formé par les lames radiantes dans les Rudistes correspond aux ramifications nerveuses de la région marginale du manteau* ».

Deuxième Groupe

Dans les Radiolitidés et les Hippuritidés les lames externes prennent une importance bien plus considérable que dans les autres Rudistes ; elles sont nettement caractérisées par leur structure prismatique et elles constituent une sorte de *limbe* bien distinct sur tout le pourtour de la coquille. Cette structure prismatique se distingue très facilement sur les *Radiolites* et les *Biradiolites* et elle permet de reconnaître, par exemple dans une coupe, les moindres fragments de coquille appartenant à des animaux de ce groupe ; elle est moins nette chez les *Hippurites*, mais nous avons pu cependant l'observer bien caractérisée sur un grand nombre de sections de la valve inférieure. Or, c'est précisément *dans ces couches externes* correspondant au limbe de la coquille que *sont creusés* les singuliers *canaux des Hippurites*. Ces canaux n'ont donc aucun rapport morphologique avec les canaux des Caprinidés qui sont constitués par les lames internes ; ces derniers canaux étant toujours séparés de l'extérieur par les couches externes de la coquille, ne peuvent jamais s'ouvrir à l'extérieur, tandis qu'il n'en est plus de même pour les canaux de la valve supérieure des Hippurites.

Le mode d'ornementation de certaines Chames peut nous donner

(1) Ueber das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel (*Cardium edule*), von Karl Drost, *Morphol. Jahrbuch*, XII, Band, pl. X, fig. 2. Leipzig, 1886.

une idée de la manière dont se sont formés les canaux des Hippurites : ainsi, dans la *Chama lamellosa,* on observe que le bord de la valve supérieure est orné de lames saillantes dont le bord présente de longues épines plates avec expansions latérales chicoracées ; quelquefois les expansions de deux épines voisines se rencontrent et se soudent : il se produit alors sur le bord de la coquille une bande marginale perforée qui rappelle tout à fait le limbe de la valve supérieure des Hippurites.

Les canaux des Hippurites réalisent une disposition unique jusqu'à présent dans toutes les classes de Lamellibranches ; M. Boehm a signalé récemment (1) un genre nouveau, *Joufia*, représenté par une seule valve qui rappelle par sa forme le genre Radiolites. Les lames externes seules sont conservées et elles sont bien reconnaissables à leur structure prismatique. Ces lames sont traversées par une série de très petits canaux régulièrement disposés en quinconce ; il n'est pas du reste absolument certain que l'on ait affaire à de vrais canaux ; peut-être s'agit-il simplement de dépressions du limbe en forme de cornets aigus s'emboîtant les uns dans les autres ; il serait du reste facile d'élucider ce point en étudiant la structure microscopique des bords des canaux. Nous espérons que de nouvelles recherches permettront à M. Boehm de réunir d'autres échantillons et de compléter la description du type si curieux qu'il a découvert.

M. **Marcel Bertrand** signale *deux faits intéressants dans la coupe d'une galerie*, poussée par les mines de Valdonne *dans les couches à charbon du Crétacé supérieur*, jusqu'à 600 mètres environ, sous le massif jurassique de l'Étoile.

1° Un peu avant la faille oblique qui a ramené le Trias, on a rencontré, intercalée dans les bancs crétacés, une couche de gypse. Le gypse n'existe nulle part à ce niveau ; c'est évidemment une couche de *gypse régénéré*, déposée par les eaux qui ont circulé, d'abord dans le Trias, puis dans les fentes des calcaires lacustres.

2° Le Trias rencontré est à l'état de calcaires dolomitiques compacts, blancs et rosés. C'est un type de roches qu'on connaît à la surface, mais seulement à l'état de petits noyaux inaltérés dans les cargneules. A 400 mètres en profondeur, tout est inaltéré et il n'y a pas de cargneules. C'est une preuve directe de l'explication, d'ailleurs souvent proposée et généralement admise, de la formation des cargneules par l'action des eaux météoriques sur les calcaires dolomitiques.

(1) Beitrag zur Gliederung der Kreide in den Venetianer Alpen (*Z. D. G. G.*, vol. LI, 1897), p. 180, pl. V, fig. 3*a-c*, pl. VI.

NOTE SUR L'EXTENSION DE L'ÉTAGE DE ROGNAC DANS LES CORBIÈRES ORIENTALES

par M. L. DONCIEUX.

L'*Étage de Rognac*, si développé en Provence, se retrouve à l'ouest de la vallée du Rhône, dans le département de l'Hérault, à l'abbaye de Vallemagne, près Villeveyrac, et au pied de la Gardiole, près Mireval (1). Cet étage s'y montre formé par une alternance de grès, marnes et bancs calcaires avec la faune caractéristique de la Provence.

M. Depéret (2) l'a trouvé, plus à l'ouest, au pied de la Montagne Noire, dans la région de Saint-Chinian (à l'est d'Assignan), avec une composition identique : marnes rouges, grès à *Reptiles* de Saint-Chinian et calcaires lacustres à *Bauxia*, *Cyclophorus heliciformis*.

De là, pour trouver l'*Étage de Rognac* caractérisé par des fossiles, il faut aller jusque dans l'Ariège, où il a été signalé sur plusieurs points lors de la Réunion de la Société géologique à Foix en 1882.

A Illat, près Foix, on observe, d'après M. Hébert (3), la succession suivante :

1° Argiles rouges ;

2° Grès avec conglomérats ;

3° Deux couches de calcaires alternant avec des marnes rouges ;

4° Calcaire lithographique à fossiles d'eau douce : *Cyclostoma*, *Limnæa*, *Cyclophorus Baylei* (d'après M. Meyer). Ces calcaires sont partout recouverts par les calcaires marins à *Micraster tercensis* (*Garumnien supérieur* de Leymerie).

Cette coupe se retrouve avec seulement quelques légères modifications de détail, à la cluse de Péreille, Tourtouse, Fabas, Mérignon, Biholoup (Ariège) (4). Enfin les points extrêmes, à l'ouest, où ces calcaires lacustres daniens avec *Bauxia* aient été signalés, sont Ausseing et Saint-Marcet, dans la Haute-Garonne (5).

(1) Roman. Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc (Thèse, Lyon 1897).

(2) Depéret. *B. C. G. F.* Compte-rendu des Collaborateurs (feuille de Bédarieux), Campagne 1894.

(3) Hébert. Coupe au nord du moulin d'Illat. Réunion à Foix. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. X. p. 538.

(4) Réunion de la Soc. géol. à Foix, *passim*. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. X.

(5) Mayer-Eymar. Note sur les terrains tertiaires de l'Ariège et tableau synchronique. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. X, p. 637.

Jusqu'à présent l'*Étage de Rognac* n'avait pas été reconnu dans les Corbières : dernièrement j'ai pu observer nettement cette formation à l'ouest de Narbonne et combler cette lacune.

Les calcaires de *Rognac* forment les collines de Roquelongue, à l'ouest du village de Saint-André de Roquelongue et les collines plus basses situées au nord de cette dernière, sur la rive droite de l'Ausson. Ils constituent aussi les deux crêtes parallèles orientées N. S., situées au sud de la colline de Roquelongue et atteignant, l'une 194 mètres et l'autre 266 mètres d'altitude. Enfin ces mêmes calcaires forment la chaîne de petites collines isolées et abruptes qui s'étendent de Thézan à l'ermitage Saint-Victor, le long de la route de Thézan à Portel, en avant des sommets de Montmija, de Vente-Farine, du Pech de la Sebo et de l'ermitage Saint Victor : ce sont les points culminants de la région. Ces sommets, qui sont reliés entre eux par une crête continue, sauf trois coupures étroites, sont constitués par les calcaires de la base de l'Eocène inférieur à *Physa prisca*, ainsi qu'on le verra plus loin.

Les calcaires de *Rognac* et ceux de l'*Éocène inférieur*, très durs, très compacts, en gros bancs partout fortement redressés, forment des reliefs extrêmement saillants et tout à fait dépourvus de végétation.

L'*Étage de Rognac* repose en concordance sur les grès et psammites du Crétacé supérieur marin (Sénonien), qui atteignent sur le versant ouest de la chaîne de Fontfroide une puissance énorme. Ces grès ferrugineux plus ou moins psammitiques, durs ou friables, à éléments de grosseur variable, de couleur rouge ou jaune foncé, s'étendent de la base au sommet du Sénonien, et c'est au milieu d'eux que sont intercalés les sept niveaux à *Rudistes* de Fontfroide dont M. Péron (1) a repris l'étude faite autrefois par d'Archiac (2). Au-dessus du dernier niveau à *Rudistes* il y a encore une grande épaisseur de ces psammites et ils sont très importants en raison de la superficie qu'ils occupent : ils couvrent tout l'espace compris entre le versant ouest de la chaîne de Fontfroide, les collines de Thézan à l'ermitage Saint-Victor, les collines de Boutenac et celles de Bizanet. Bien qu'on n'y trouve pas de fossiles déterminables, mais exceptionnellement de mauvais moules internes de *Pecten*, *Cardium* du groupe *Itieri* et autres bivalves, *Nérinées*, etc., on ne peut douter de leur âge sénonien supérieur en raison de leur position au-dessus des couches à *Hippurites*.

(1) PÉRON. Les niveaux à Rudistes de la craie supérieure des environs de Narbonne. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XIII, p. 258.

(2) D'ARCHIAC. Les Corbières. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. VI, 2e partie, p. 370.

La coupe de la colline de Roquelonge donnera une bonne idée de la façon dont se fait le passage du Crétacé supérieur marin au Danien d'eau douce. J'emprunte à d'Archiac (1) cette coupe à laquelle je n'ai apporté que de légères modifications. On observe de bas en haut la succession suivante :

1. Psammites crétacés, tendres, rouges foncés.
2. Poudingue à ciment gréseux, gris, avec grains de quartz jaunes et gros pisolithes calcaires.
3. Marnes grumeleuses blanches et violettes, panachées, avec grains de fer.
4. Calcaires blancs grisâtres, durs, compacts, en gros bancs, avec veinules et parties spathiques. J'y ai recueilli :

   Bauxia bulimoides Math. *Cyclophorus heliciformis* Math.
   Vivipara Bosquiana Math.

   Les *Cyclophores* paraissent particulièrement abondants.
5. Calcaires jaune clair en gros bancs, très compacts, plus durs que les précédents, à cassure esquilleuse, avec veines spathiques. Ces calcaires qui forment le sommet de la colline et portent les ruines du château ne renferment pas de fossiles, du moins je n'en ai pas trouvé en ce point. Ils correspondent évidemment aux calcaires éocènes que je signalerai plus loin. Toutes ces couches sont très relevées et plongent au N. O.

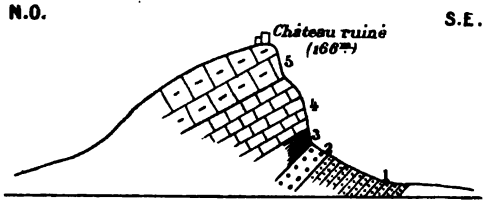


Fig. 1. — Coupe de la colline de Roquelongue.

Les collines situées au nord de celle de Roquelongue, sur la rive droite de l'Ausson, donneraient des coupes analogues.

Au sortir du village de Thézan, j'ai relevé la coupe suivante, dirigée N.E.-S. O., passant par le point coté 269 m. sur la carte de l'Etat-major :

1. Psammites sénoniens.
2. Petite assise de marne blanche grumeleuse.

(1) D'Archiac. *Loc. cit.*, p. 338.

3. Calcaires blancs ou grès très clairs, en gros bancs plongeant fortement à l'ouest, durs et compacts, à veines spathiques. Certaines parties sont bréchoïdes et à éléments plus foncés que la pâte. On y voit en quantité des fragments de test et des sections de *Paludines*, *Bauxia*, *Pupa* et autres petites formes. Dans les parties moins dures, j'ai recueilli :

Bauxia disjuncta Math. *Vivipara Dieulafaiti* Roule.
Bauxia sp. *Cyclotus solarium* Math.
Vivipara Bosquiana Math.

4. Marnes blanches gréseuses.
5. Poudingues à gros éléments calcaires, à ciment grisâtre.
6. Nouveaux bancs calcaires à *Paludines*, *Bauxia*, etc., redressés presque jusqu'à la verticale. Ces calcaires passent à :
7. Calcaires blancs grisâtres très clairs, sublithographiques, plus durs que les précédents. Près le château de Caragulle, à l'ouest de Thézan, j'ai trouvé dans ces calcaires *Physa prisca* Noulet, ce qui en fait l'équivalent des *Calcaires à Physes* de Montolieu généralement rapportés à la base de l'*Éocène inférieur* (*Calcaires de Saint-Marc-la-Morée du bassin d'Aix*).

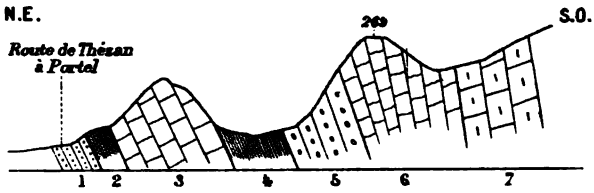


Fig. 2. — Coupe des collines de Thézan.

M. Bresson (1) a déjà signalé les *Calcaires à Physes* à la montagne de l'Alaric, près Lagrasse (Aude).

Les calcaires de Rognac se suivent au sud, toujours avec les mêmes caractères et la même faune. A Donos, ils renferment :

Bauxia disjuncta Math. *Vivipara Dieulafaiti* Roule.
Vivipara Bosquiana Math.

Enfin, en suivant la route de Fontjoucouse, sur la rive gauche du

(1) Bresson. *B. C. G. F.* Compte-rendu des Collaborateurs (feuille de Carcassonne), Campagne 1896.

ruisseau de Ripaud on peut relever la succession suivante à partir de la route de Thézan et Portel :

1. Psammites sénoniens.
2. Grès très grossier ferrugineux, rouge, très dur, à gros grains de quartz.
3. Alternance de marne grise grumeleuse et de calcaire marneux avec nombreux pisolithes gris foncés de petit volume.
4. Calcaire grumeleux avec gros pisolithes.
5. Calcaire de Rognac, tendre, décomposé, gris clair, sans fossiles en ce point.
6. Calcaire marneux, feuilleté, noir, rempli de fragments de tests de coquilles d'eau douce et terrestres. J'y ai trouvé :

   Cyclotus Heberti Roule. *Melanopsis* sp.

7. Marne gréseuse, violacée, lie de vin.
8. Calcaire lithographique rougeâtre en très gros bancs.
9. Marne gréseuse rouge.
10. Calcaires en gros bancs, très durs, lithographiques, gris ou jaune très clair, avec veinules spathiques. Par places ils sont bréchoïdes, à éléments foncés.

    Toute cette série plonge fortement au S.-O.

Les assises 3 à 6 constituent l'*Étage de Rognac* ; avec l'assise 7 commence l'*Eocène*.

A mesure que l'on descend au sud, l'*Étage de Rognac* se modifie : les calcaires en gros bancs qui le constituent presque en entier à Thézan et à Roquelongue, sont très réduits à partir de la route de Fontjoucouse, et ce sont les marnes, calcaires grumeleux, conglomérats pisolithiques, calcaires marneux noirs qui prennent la prépondérance.

Jusqu'ici l'ensemble de ces couches de marnes rouges, de poudingues et de calcaires lacustres était désigné sous le nom un peu vague d'*Étage Garumnien*, sans que cette attribution ait été fondée sur la découverte de fossiles déterminés. Je viens de montrer qu'il y a lieu de distinguer dans cet ensemble deux horizons précis : 1° L'*Étage de Rognac* de Provence avec sa faune caractéristique de *Bauxia*, de *Cyclophores*, de *Vivipares*, etc.; 2° L'horizon *Éocène inférieur* de *Montolieu* et de *Saint-Marc-la-Morée*, caractérisé par la présence de *Physa prisca*.

Ces deux horizons pourront probablement se suivre dans toutes les Corbières, dans la direction des gisements de l'Ariège.

Séance du 21 Mars 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. J. Bergeron annonce le décès de M. **Alph. Briart**, ingénieur en chef des mines de Mariemont et de Bascoup (Belgique), membre de la Société depuis 1874. M. Briart s'était fait connaître comme géologue, d'abord, par ses travaux en collaboration avec Cornet, sur le calcaire de Mons, puis sur les faunes marines rencontrées dans le Houiller du Hainaut; dans ces dernières années, il avait publié seul, après la mort de son ami, plusieurs études dont la plus importante est relative à la présence de lambeaux de recouvrement sur le Houiller de Fontaine-l'Evêque et de Landelies; il y montrait une fois de plus la généralité des grands phénomènes dynamiques.

C'était de plus un ingénieur éminent; il avait introduit dans les mines qu'il dirigeait des procédés d'exploitation qui étaient devenus classiques dans le bassin houiller belge. Enfin, il avait été un des premiers à fonder des institutions pour améliorer le sort de ses ouvriers.

Le Président est très sûr d'être l'interprète de la Société en exprimant la part qu'elle prend au deuil de nos confrères de Belgique.

M. **Fournier** insiste sur l'intérêt considérable du fait signalé par M. Marcel Bertrand dans la galerie de Valdonne où l'on a rencontré une couche de gypse intercalée dans le Crétacé supérieur; il fait remarquer qu'il a signalé lui-même (*B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 701), dans le lit du Merlançon, près de La Bourine, des marnes bariolées contenant du gypse; il hésitait alors à rapporter ces gypses au Trias. D'accord avec M. Marcel Bertrand pour considérer les gypses de Valdonne comme régénérés par des eaux ayant circulé dans le Trias puis dans des fentes du Crétacé, il en conclut que si les gypses de la Bourine ne sont pas triasiques, ils ne peuvent avoir que la même origine que ceux de Valdonne et que, par conséquent, le Trias existe à la Bourine, au moins dans la profondeur, ce qui confirme d'une manière absolue l'hypothèse du *pli sinueux* proposée par M. Fournier et ce qui rend inacceptables les interprétations de la cuvette de Peipin données par M. Marcel Bertrand (*B. C. G. F.*, t. III, pl. II, fig. 1 et 2).

SUR L'ÉLIMINATION DE LA CHAUX PAR MÉTASOMATOSE DANS LES ROCHES ÉRUPTIVES BASIQUES DE LA RÉGION DU PELVOUX

par M. **P. TERMIER.**

Dans une note, présentée le 22 mars 1897, à l'Académie des Sciences, j'ai signalé le graduel appauvrissement en chaux des roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. Cet appauvrissement en chaux m'avait paru lié à un enrichissement en alcalis, et je tentai de l'expliquer par l'action, sur les silicates calciques des roches, d'eaux superficielles ayant préalablement traversé le granite ou les gneiss. Je me propose aujourd'hui d'apporter de nouveaux faits à l'appui de la première partie de ma thèse et de préciser mes conclusions.

Les roches éruptives qui ont fait l'objet de cette étude sont de quatre types différents :

1° Mélaphyres à olivine, en coulées à la base du Lias (ce sont les *Spilites* et les *Variolites du Drac* des anciens auteurs);

2° Diabases, les uns grenus, les autres ophitiques, en petits amas intrusifs dans les micaschistes, ou en filons dans le granite et les gneiss ;

3° Lamprophyres, en filons dans le granite ou les gneiss ;

4° Microdiorites, en dykes ou amas dans le Houiller.

La description de ces diverses roches, quant à leur gisement et quant à leur nature, fera l'objet d'un mémoire spécial. Les diabases et les lamprophyres passent les uns aux autres, et les mélaphyres ne sont, selon toute vraisemblance, que la forme effusive de ces diabases et de ces lamprophyres. Les microdiorites sont d'une tout autre nature et probablement d'un autre âge.

Pour spéculer sur la métasomatose d'une roche éruptive, il faut pouvoir, au moins approximativement, reconstituer son état originel. Cette reconstitution est naturellement d'autant plus difficile et plus incertaine que la métasomatose est plus avancée. Dans certains cas, lorsque les minéraux détruits ont gardé leurs formes géométriques et lorsque, dans l'échantillon lui-même ou dans des échantillons évidemment congénères, il subsiste, au milieu des ruines, quelques témoins intacts des minéraux primitifs, la reconstitution devient facile.

Les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux se prêtent très bien à ces essais de restauration, parce que, sauf des cas très rares, les cristaux de feldspath y ont conservé leurs formes, et parce que le feldspath y est, de beaucoup, l'élément dominant. On peut, en mesurant la surface occupée dans les diverses préparations microscopiques, par l'ensemble des sections de feldspaths, se faire une idée très approchée de la proportion de matière feldspathique contenue dans la roche originelle. La nature du feldspath primitif est donnée par l'étude micrographique des roches, congénères de la roche étudiée, qui n'ont subi qu'une métasomatose incomplète. Il arrive souvent que les cristaux de feldspath ne sont pas les seuls à avoir conservé leurs formes : l'olivine a généralement gardé ses contours, bien qu'elle ait été entièrement transformée ; l'augite et la hornblende montrent fréquemment des cristaux reconnaissables, malgré une épigénie plus ou moins complète en chlorite. On n'est donc pas sans données sur l'abondance relative de ces divers minéraux. Quant à leur composition originelle, elle se déduit aisément de la composition chimique actuelle des roches congénères où les minéraux ne sont pas, ou presque pas, attaqués.

Dans tous les cas, même les plus favorables, il subsiste une incertitude, car on ne sait qu'approximativement les proportions des différentes espèces minérales contenues dans la roche primitive, et la composition de ces espèces minérales n'est elle-même connue qu'approximativement. Mais il est presque toujours possible de définir, de limiter cette incertitude, c'est-à-dire d'indiquer entre quel maximum et quel minimum la teneur de la roche primitive, quant à un élément déterminé, était certainement comprise. Par exemple, on établira que la teneur en chaux était comprise entre 8 et 10 %. Le résultat est déjà remarquable ; et toutes les fois que l'incertitude ne dépassera pas l'ordre des variations de teneur que l'on observe dans un seul et même gisement d'une seule et même roche éruptive, il est clair que l'on pourra regarder le problème de la restauration comme résolu.

Quelque difficile qu'il puisse être, ce problème est de ceux dont la recherche s'impose à quiconque veut parler d'une roche éruptive ancienne. Toute roche éruptive ancienne est, en effet, suspecte de métasomatose (1). Toute roche éruptive qui perd, à la calcination,

(1) « Wenn wir von der allerjüngsten Laven absehen, so liegen uns alle anderen » Eruptivgesteine in einem Zustande mehr oder weniger vorgeschrittener Metaso- » matose vor. Aus diesem müssen wir zunächst den normalen Zustand nach » abgeschlossener Bildung reconstruiren, und diesen legen wir gemeiniglich der » Beschreibung und Definition zu Gruende ». (Rosenbusch, *Mikr. Physiogr. der massigen Gesteine*, 1896, p. 10).

plus de 1 °/₀ de son poids est une roche altérée, dont l'analyse chimique ne peut plus être introduite sans interprétation dans un tableau d'analyses de roches. On verra, par les exemples que je vais donner, à quelles étranges conceptions pétrographiques aurait pu conduire l'étude purement minéralogique de tel ou tel mélaphyre, de tel ou tel diabase du Pelvoux. A l'heure où les préoccupations des pétrographes vont — combien justement ! — à la nature chimique des roches éruptives, je ne crois pas inutile de signaler cette cause d'erreur.

I. — Mélaphyres

Les mélaphyres de la région du Pelvoux sont tous remarquablement feldspathiques. Ils contenaient, à l'origine, de 60 à 80 °/₀ de feldspath, le reste de la roche étant formé d'olivine, d'augite, de mica noir et de fer oxydulé. Dans quelques types relativement bien conservés, les grands cristaux de feldspath sont du labrador, les microlithes de l'andésine ou de l'oligoclase. Presque toujours, les édifices feldspathiques ne renferment plus que de l'albite, criblée d'inclusions de chlorite ; parfois, mais rarement, l'albite est accompagnée d'un peu d'anorthose, ce feldspath potassique formant comme une ceinture autour de l'albite. Cette transformation des feldspaths s'observe même dans les variétés *mandelstein* (spilites, variolites du Drac), où les vacuoles de la roche scoriacée primitive ont été remplies de calcite. En tout cas, la forme des édifices feldspathiques demeure intacte, quelle que soit l'épigénie.

L'olivine est toujours décomposée, soit en talc et magnétite, soit en bowlingite, soit en serpentine ou chlorite. Les cristaux ont, en général, gardé leurs formes. L'augite et le mica noir ont, le plus souvent, complètement disparu ; ils sont remplacés par de la chlorite confusément cristallisée. Dans quelques cas très rares on reconnaît encore les formes de ces deux minéraux.

Certains types passent aux diabaseporphyrites par l'abondance des grands cristaux de feldspath ; ces types sont rares. Le plus souvent, le seul minéral visible à l'œil nu est l'olivine ; la structure est ophitique, la substance intersertale étant actuellement de la chlorite et ayant été jadis un mélange d'augite, de magnétite et de mica noir. Quelquefois le grain devient discernable à l'œil nu, et l'aspect est celui d'un diabase à grain très fin, avec de gros cristaux d'olivine épigénisés et devenus rougeâtres ou noirs. Les variétés compactes, de beaucoup les plus nombreuses, ont une couleur foncée, noire ou verte.

1er exemple. Mélaphyre du Signal du Villard d'Arène. — La roche paraît peu altérée à l'œil nu. Elle est du type diabaseporphyrite : grandes tables feldspathiques nageant dans une pâte sombre, dont la structure microscopique est intersertale.

Olivine transformée en bowlingite polychroïque rouge, avec bordure de limonite; plus rarement en serpentine, talc, calcite. Grands cristaux de labrador à 50 An. Microlithes feldspathiques enchevêtrés, formés d'oligoclase à 18 ou 20 An. Tous les feldspaths renferment des produits variés : muscovite, kaolin, calcite. Dans les interstices, chlorite, calcite, sphène et oxydes de fer.

D'après l'examen micrographique et la composition actuelle, la roche renferme aujourd'hui les minéraux suivants (l'albite et l'anorthite étant mélangées dans les édifices feldspathiques) :

Albite	47 %	Calcite	3 %
Anorthite	14 %	Muscovite	6 %
Oxydes de fer et eau	12 %	Sphène	1 %
Serpentine et bowlingite	10 %	Kaolin	2 %
Chlorite	5 %		

La restauration est facile. Dans la roche originelle, il y avait, à très peu de chose près, 75 % de feldspath, 15 % d'olivine, 6 % de fer oxydulé. Les quatre centièmes restants se partageaient entre l'augite et le mica noir : probablement 3 % d'augite et 1 % de mica. D'après l'état actuel des feldspaths, il est évident qu'ils ont rétrogradé du côté de l'albite, mais faiblement. On peut admettre qu'à l'origine leur composition *moyenne* était celle d'une andésine à 40 An. (grands cristaux à 65 ou 70, microlithes à 35). La moyenne actuelle est à 23 An, d'après le tableau ci-dessus.

D'où la comparaison suivante :

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse) (1)
SiO^2 (+TiO^2)	51,53	49,00
Al^2O^3	20,45	19,10
FeO	8,90	10,50
MgO	6,81	6,04
CaO	6,90	4,75
K^2O	0,34	0,70
Na^2O	5,17	5,45
Perte par calcination	»	6,15 (Eau et CO^2)
Total	100,10	101,69

(1) Cette analyse, comme celles qui suivront, est de M. Pisani. Le fer sera toujours donné à l'état FeO.

L'incertitude de la restauration ne porte guère que sur la nature du feldspath. On peut se demander si, dans la roche originelle, le feldspath moyen n'était pas un peu plus basique. En tout cas, il ne dépassait pas 50 An. De sorte que la teneur originelle en CaO était certainement comprise entre 6,90 et 8,70. La première hypothèse (6,90) est la plus vraisemblable.

La décalcification est donc indubitable. En admettant 6,90 de chaux, il y aurait eu perte notable de silice et de chaux, gain d'eau et d'acide carbonique. On ne peut rien dire de précis sur la variation, d'ailleurs très faible, des autres éléments. En admettant 8,70 de chaux, il y aurait eu perte notable d'alumine et gain notable de soude, la variation de silice ayant été presque nulle.

2e *exemple. Mélaphyre du Col d'Hurtières, près Valbonnais.* — Roche à grain très fin, sans grands cristaux. Olivine transformée en une chlorite très riche en fer. Calcite irrégulièrement répartie. Feldspaths criblés de chlorite, kaolin et calcite, et transformés en albite, plus rarement en anorthose. Les interstices, très petits d'ailleurs, entre les feldspaths sont remplis de chlorite et de calcite.

Il y a actuellement, à très peu de chose près, 50 °/o albite, 3 orthose, 7 calcite, 7 kaolin, 29 chlorite, 4 oxydes de fer.

A l'origine, il y avait 70 °/o de feldspath, 15 °/o olivine, 4 °/o fer oxydulé, et 11 °/o d'augite et de mica noir. Le feldspath était certainement très calcique, à en juger par l'importance des vides qu'y a laissés la dissolution de l'anorthite. L'hypothèse la plus vraisemblable est que le feldspath moyen était du labrador à 50 An. Quant au mica noir, il devait être très peu abondant (1 °/o peut-être), tandis que l'on peut évaluer à 10 °/o environ la teneur en augite.

D'où le tableau suivant :

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2 (+TiO^2)	50,17	48,60
Al^2O^3	21,01	16,50
FeO	7,29	9,54
MgO	7,69	9,40
CaO	9,30	4,10
K^2O	0,34	0,52
Na^2O	4,12	5,47
Perte par calcination	»	7,04 (Eau et CO^2)
Total	99,92	101,17

L'incertitude sur la composition originelle est faible : CaO était certainement compris entre 8 et 10; Al^2O^3 entre 20 et 22 ; SiO^2 entre 49 et 51 ; Na^2O entre 4 et 5,5.

La décalcification n'est donc pas douteuse, non plus que la perte d'alumine. Ces deux pertes sont compensées par le gain d'eau, d'acide carbonique et d'oxyde de fer. La variation des autres éléments a été peu importante et l'on ne peut en préciser le sens avec certitude. Il est toutefois presque certain qu'il y a eu gain d'un peu de soude et d'un peu de magnésie.

3e exemple. Mélaphyre du confluent de l'Ubaye et de la Durance. — Roche à grain très fin, du type ophitique. Olivine transformée en talc, chlorite, limonite. Interstices des feldspaths remplis par chlorite, kaolin, muscovite, limonite. Le feldspath a gardé sa forme : tablettes minces à mâcles multiples. Il est devenu de l'albite à peu près pure d'anorthite, mais criblée de chlorite, kaolin, muscovite et calcite.

La roche renferme aujourd'hui, approximativement : 50 °/₀ albite, 4 anorthite, 0,5 calcite, 11,5 oxydes de fer, 2 talc, 10 chlorite, 10 muscovite, 17 kaolin.

A l'origine, il y avait 75 °/₀ de feldspath, 8 °/₀ d'olivine, 4 °/₀ de fer oxydulé, le reste se partageant, suivant toute vraisemblance, entre l'augite et le mica noir. D'après l'état actuel des cristaux feldspathiques, il est probable que la teneur en anorthite, dans le feldspath originel, était assez considérable. En admettant, pour fixer les idées, un feldspath moyen à 50 An, et les proportions de 8 °/₀ augite et 5 °/₀ mica noir, on a le tableau comparatif suivant :

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2 (+ TiO^2)	50,89	50,94
Al^2O^3	23,04	22,49
FeO	6,38	11,70
MgO	4,69	4,27
CaO	9,41	1,08
K^2O	0,70	1,13
Na^2O	4,35	5,26
Perte par calcination	»	4,07 (Eau et CO^2).
Total	99,46	100,94

La teneur en CaO était certainement comprise entre 8 et 11; SiO^2, entre 49 et 52; Al^2O^3, entre 22 et 24; FeO, entre 6 et 9; K^2O, entre 0,30 et 1 ; MgO, entre 4 et 5; Na^2O, entre 4 et 6.

Il y a donc eu, pendant la métasomatose, perte des sept ou huit dixièmes de la chaux, cette énorme perte étant compensée par la fixation d'oxyde de fer, d'eau et d'acide carbonique. Pour le reste, les variations sont peu importantes, et d'ailleurs incertaines. Il est toutefois très probable qu'il y a eu gain de potasse et de soude.

4e exemple. Mélaphyre du petit col au Nord du col des Vachers, près La Salette. — Type exceptionnellement riche en feldspath, de couleur claire, presque aphanitique, avec de petits grains noirs d'olivine ferruginisée. Feutrage de cristaux d'albite. Olivine transformée en magnétite, avec un peu de mica noir au centre. Chlorite très pâle et kaolin. Un peu de calcite.

La composition actuelle répond à peu près au mélange suivant : 60 °/o albite, 10 kaolin, 10 chlorite, 2 mica noir, 6 calcite, 12 magnétite. La composition originelle la plus probable est : 80 °/o andésine à 33 An, 10 °/o olivine, 5 °/o augite, 5 °/o magnétite. L'incertitude sur cette restauration est analogue à celle des exemples précédents.

	Roche restaurée		Roche actuelle (Analyse)
	—		—
SiO^2	54,35		50,80
Al^2O^3	20,67		18,71
FeO	6,80		10,02
MgO	4,96		3,40
CaO	6,66		3,83
K^2O	0,80		0,96
Na^2O	6,25		6,20
Perte par calcination	»		4,70
Total	100,49	Total	98,62

La perte de chaux n'est pas douteuse ; de même la perte de silice, d'alumine et de magnésie. Ces départs ont été compensés par un gain sur le fer, et par la fixation d'eau et d'acide carbonique.

5e exemple. Mélaphyre du ravin des Granges, près La Salette. — Type ophitique, à gros grain, passant au diabase. Olivine et augite épigénisés par magnétite, serpentine, chlorite et talc. Feldspaths criblés d'inclusions magnésiennes.

La composition actuelle répond à peu près au mélange de : 50 °/o albite, 22 serpentine, chlorite et talc, 6 calcite, 22 magnétite. La composition originelle la plus probable (avec une incertitude ana-

logue à celle des exemples précédents) est la suivante : 70 °/. labrador à 50 An, 18 olivine, 4 augite, 8 magnétite.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2	48,14	45,67
Al^2O^3	20,09	13,45
FeO	11,02	18,95
MgO	8,13	6,80
CaO	8,17	2,72
K^2O	0,28	0,63
Na^2O	4,15	4,84
Perte par calcination	»	4,92
Total	99,98	97,98

Les deux tiers, au moins, de la chaux ont disparu, ainsi que le tiers de l'alumine et une fraction plus petite, incertaine d'ailleurs, de la magnésie. L'équilibre a été rétabli par un afflux de fer, d'eau et d'acide carbonique. L'apport d'alcalis est très probable, sans être sûr.

6e exemple. Mélaphyre du ravin entre la Rougny et les Rouchoux. près La Salette. — Type semi-ophitique, analogue au précédent, très altéré. Il n'y a plus guère que de la chlorite et de l'albite.

A l'origine, il y avait, suivant toute vraisemblance : 60 °/o labrador à 50 An, 25 olivine, 5 augite, 5 mica noir, 5 magnétite. L'incertitude est un peu plus grande que dans les exemples précédents, surtout en ce qui concerne la magnésie et le fer. La teneur en chaux était comprise entre 6 et 9.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2	48,08	46,19
Al^2O^3	18,35	18,38
FeO	9,76	14,47
MgO	12,45	6,76
CaO	7,38	1,89
K^2O	0,63	0,98
Na^2O	3,56	4,65
Perte par calcination	»	4,56
Total	100,21	96,88

Il n'y a de certain ici que la perte, d'ailleurs énorme, de chaux et de magnésie, et le gain de fer et d'eau. L'apport d'alcalis est très probable.

Mélaphyres étudiés par Gueymard. — Gueymard a donné (1), en 1850, une bonne description des mélaphyres (spilites), avec sept analyses. La plupart de ces analyses ont été faites sur des roches scoriacées (mandelstein), après dissolution, dans un acide faible, de la calcite et de la dolomie des vacuoles. Dans quatre analyses, l'auteur n'a pas dosé la chaux, vu le peu d'abondance de cet élément. Dans la dernière, pour je ne sais quelle cause, il n'a pas dosé les alcalis.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO^2	52,19	50,10	45.24	50,21	46,87	48,05	45,50
Al^2O^3	20,39	18,41	14,95	16,40	14,68	10,97	15,00
FeO (+ MnO)	11,39	13,32	14,86	11,22	17,80	22,40	22,50
MgO	5,00	5,96	13.21	7,82	7,18	6,00	3,00
CaO	0,60	0,36	non dosée	non dosée	non dosée	non dosée	2,50
Na^2O (+ K^2O)	4,63	4,42	6,58	5,21	6,03	4,57	non dosée
Perte au rouge	5,14	6,37	4,35	6,45	5,67	5,30	7,40
TOTAL	99,34	98,94	99,19	97,31	98,23	97,29	95,90

I, II et VII. — Mélaphyre du Chapeau (Champoléon);
III. — » d'Avançon, près Gap ;
IV. — » de Champ, près Vizille ;
V. — » de Valbonnais ;
VI. — » de la Gardette, près le Bourg-d'Oisans.

Tous les types étudiés par Gueymard sont, comme on le voit, très décalcifiés et très chargés d'eau. Ils s'assimilent sans difficulté aux types que j'ai décrits moi-même. La métasomatose des coulées scoriacées est donc identique à celle des coulées compactes.

Résumé relatif aux mélaphyres. — Dans les mélaphyres originels, sauf quelques types très aberrants comme il y en a dans toutes les émissions volcaniques, la proportion centésimale des divers éléments pouvait varier entre les limites suivantes : SiO^2, de 46 à 55; Al^2O^3, de 18 à 24 ; FeO, de 7 à 12 ; MgO, de 4 à 13; CaO, de 6 a

(1) *Annales des Mines*, 4, XVIII, 1850, p. 54 et suiv.

12 ; K^2O, de 0,25 à 1 ; Na^2O, de 3,5 à 6,5. Ces mélaphyres différaient de la plupart des basaltes par l'abondance vraiment extraordinaire du feldspath et la prédominance très marquée de l'olivine sur l'augite. Il existe cependant des basaltes analogues. Quant au type structural, c'est celui des Tholeiites.

Les caractères de ces basaltes liasiques étaient remarquablement constants, malgré l'étendue de la région qu'ils ont recouverte (au moins 1200 kilomètres carrés) (1).

La métasomatose des mélaphyres en question a consisté, toujours et partout, dans l'élimination de la chaux, par destruction de l'anorthite et de l'augite. Dans la plupart des cas, il ne reste plus de chaux à l'état de silicate ou d'aluminate ; la petite quantité de chaux que décèle encore l'analyse correspond presque tout entière à la calcite. Même les roches scoriacées dont les vacuoles ont été, après coup, remplies de calcite, ne contiennent plus, ou presque plus, de silicates calciques.

La perte de chaux a été accompagnée, presque toujours, d'une perte d'alumine, souvent aussi d'une perte de magnésie. La compensation s'est faite par fixation d'eau, d'acide carbonique, d'oxyde de fer, et dans une moindre mesure, par un léger enrichissement en alcalis. La silice a peu varié.

Le terme extrême de cette métasomatose paraît être un mélange d'albite, de chlorite et de fer oxydulé. Ces trois minéraux — peut-être aussi la serpentine et le kaolin — sont les seuls vraiment stables dans les affleurements mélaphyriques. Je ne parle ni du talc, ni de l'anorthose, qui sont des raretés.

La transformation se montre indépendante des différences actuelles de gisement. Que les coulées soient restées horizontales ou qu'elles soient devenues verticales, qu'elles aient été ou non plissées, laminées et étirées ; que leurs affleurements soient aujourd'hui parcourus par des eaux qui viennent des terrains cristallins, ou qu'ils soient traversés uniquement par des eaux calcaires sortant du Trias ou du Lias ; le résultat est le même. Suivant la nature des eaux d'infiltration, les fentes et les vacuoles de la roche se garnissent de calcite ou se vident des carbonates antérieurement formés, mais la roche elle-même semble être indifférente à la diversité de ces causes actuelles.

(1) Les bouches ignivomes étaient sans doute très nombreuses. Les plus importantes s'ouvraient, selon toute probabilité, dans la région qui correspond aujourd'hui à la haute Vallouise, au haut Champoléon, au haut Valgaudemar.

II. — Diabases

Les diabases du Pélvoux se présentent en petits amas intercalés, par intrusion, au milieu des gneiss (plateau des Bouchiers), ou en filons puissants dans le granite, les gneiss ou les micaschistes de la région cristalline. Il y a des types à gros grains et d'autres presque aphanitiques. Le type porphyritique (diabaseporphyrite) est fréquent. La structure est toujours ophitique, la substance intersertale étant l'augite. L'olivine manque ou est très rare. Le mica noir est abondant.

La métasomatose est très variable. A la limite, il n'y a plus ni augite, ni mica noir, ni feldspath calcique, mais seulement de l'albite, de l'orthose, de la chlorite et de la serpentine. Le premier degré de l'attaque de l'augite est son épigénie par l'ouralite, puis l'ouralite se détruit à son tour. L'augite est notablement titanifère (couleur rose violacée). L'apatite est très abondante dans la roche fraîche.

1er exemple. Diabase du plateau des Bouchiers. — Roche à gros grain, relativement peu altérée et d'une restauration très facile. Elle renferme actuellement : 28 °/₀ albite, 10 anorthite, 7 orthose, 10 kaolin, 5 muscovite, 8 augite, 5 mica noir, 8 ouralite, 2 hornblende brune primaire, 3 apatite, 7 fer oxydulé, 2 fer titané, 3 quartz, 2 chlorite. Le cœur des feldspaths est en labrador, le bord en albite ou en anorthose.

A l'origine, il y avait approximativement : 62 °/₀ labrador (en moyenne à 50 An), 8 mica noir, 2 hornblende brune, 16 augite, 3 apatite, 7 magnétite, 2 fer titané. D'où le tableau suivant :

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
SiO^2	46,37	51,20
TiO^2	1,26	1,08
Al^2O^3	20,49	17,34
FeO	9,33	11,30
MgO	4,30	4,71
CaO	12,79	6,35
K^2O	0,84	1,92
Na^2O	3,73	3,28
P^2O^5, Fl	1,34	1,27
Perte par calcination	»	2,77
Total	100,45	101,22

La proportion de chaux a diminué de moitié, et il y a eu aussi une diminution notable de l'alumine. La compensation s'est faite par gain de silice, d'oxyde de fer, de potasse et d'eau. Les autres variations sont peu importantes et moins certaines.

J'appelle l'attention sur ce fait que la roche en question paraît, à l'œil nu, très peu altérée. Une roche peut donc perdre, par 100 grammes, 6 grammes de chaux et 3 grammes d'alumine, tout en conservant une apparence saine.

2e *exemple. Diabase du glacier d'Entre-Pierroux.* — Même structure que ci-dessus, mais aspect plus altéré. Les feldspaths sont kaolinisés, avec séparation d'un peu de calcite; au cœur, il reste encore un peu d'andésine; sur le bord, albite et anorthose. Augite intersertal en grande partie détruit et épigénisé par quartz, calcite, oxydes de fer, pyrite, chlorite, biotite secondaire.

La composition actuelle répond au mélange de : 17 % albite, 9 anorthite, 5 orthose, 18 kaolin, 5 muscovite, 5 calcite, 1 biotite, 2 augite, 16 chlorite, 10 limonite, 12 quartz.

A l'origine, il y avait approximativement : 56 % labrador à 50 An, 25 augite, 8 mica noir, 1 apatite, 6 magnétite, 2 olivine, 2 ilménite.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2 (+ TiO^2)	48,27	49,40
Al^2O^3	19,98	20,80
FeO	9,99	9,90
MgO	5,39	6,10
CaO	11,42	4,95
K^2O	0,69	1,58
Na^2O	3,19	1,98
P^2O^5, Fl	0,45	non dosé.
Perte par calcination	»	6,50
Total	99,38	101,21

En s'en tenant aux résultats indubitables, on peut affirmer qu'il y a eu élimination de la moitié au moins de la chaux, cette énorme perte étant compensée par la fixation d'eau et d'acide carbonique. Pour le surplus, il est très probable que la soude a diminué et que la potasse a augmenté.

3e *exemple. Diabase au-dessus de Boyer, près Molines en Champsaur.* — Même structure encore. Aspect assez bien conservé. La roche

montre encore de l'apatite, de la biotite, de l'augite, de l'ouralite. Les feldspaths ont le cœur kaolinisé et une bordure d'albite et d'anorthose. Quelques-uns sont entièrement transformés en cryptoperthite.

La composition actuelle répond au mélange de : 20 °/₀ orthose, 20 albite, 5 anorthite, 6 augite, 7 biotite, 10 ouralite, 4 chlorite, 10 muscovite, 10 kaolin, 1 apatite, 7 magnétite.

La restauration est très facile, en s'aidant de la ressemblance avec le diabase, *évidemment congénère*, des Bouchiers. La composition originelle correspondait à : 66 °/₀ labrador à 50 An, 17 augite, 10 biotite, 1 apatite, 6 fer oxydulé.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2 ($+TiO^2$)	49,04	49,50
Al^2O^3	22,42	21,40
FeO	8,18	8,10
MgO	4,42	5,50
CaO	10,98	3,88
K^2O	1,05	5,73
Na^2O	3,91	2,71
P^2O^5, Fl	0,46	non dosé
Perte par calcination	»	3,72
Total	100,46	100,54

On peut affirmer deux choses : l'élimination des deux tiers environ de la chaux et l'augmentation considérable du poids de la potasse. Chaque kilogramme de la roche a perdu tout au moins 60 grammes de chaux et gagné tout au moins 45 grammes de potasse. Les autres variations sont peu importantes et moins sûres.

4e exemple. Diabases à grain fin, en filons minces, plateau des Bouchiers et vallée d'Issora. — Il s'agit de deux roches évidemment congénères et de structure absolument identique : structure ophitique à grain très fin; aspect presque aphanitique.

A. — L'une de ces roches (celle qui provient du plateau des Bouchiers) est relativement peu altérée. Le feldspath est encore en partie à l'état de labrador. Il reste beaucoup d'augite intact. La restauration est donc très facile. La composition actuelle répond au mélange de 13 °/₀ albite, 5 orthose, 7 anorthite, 10 augite, 8 magnétite, 20 argile, 37 serpentine et chlorite. A l'origine, il y

avait à peu près : 55 °/₀ labrador, 25 augite, 2 hornblende, 1 apatite, 8 magnétite, 2 ilménite, 7 biotite.

B. — La deuxième roche (Issora) n'a plus gardé que sa structure. Plus des trois quarts de la masse sont formés d'une céladonite fibreuse riche en potasse. Bien que les cristaux de feldspath aient conservé leurs formes, il n'y reste presque plus de substance feldspathique. La restauration directe est impossible; mais, comme la proportion des cristaux de feldspath est à peu près la même que dans la roche ci-dessus, on peut croire qu'à l'origine les deux roches différaient très peu.

	Roche A restaurée	Roche A actuelle (Analyse)	Roche B actuelle (Analyse)
SiO^2 (+ TiO^2)	48,13	48,80	40,80
Al^2O^3	18,89	19,70	22,40
FeO	10,80	11,85	16,05
MgO	5,54	8,80	7,26
CaO	11,94	3,82	1,48
K^2O	0,75	0,83	6,14
Na^2O	3,25	1,53	0,45
P^2O^5, Fl	0,45	non dosé.	non dosé.
Perte par calcinat.	»	5,35	5,65
Total	99,75	100,68	100,23

Pour les deux roches, il y a eu, sans qu'on en puisse douter, perte de chaux et de soude, gain d'alumine et de magnésie. La roche B a, en outre, perdu beaucoup de silice et gagné beaucoup de potasse. Il ne s'y est pas formé d'orthose, mais une terre verte potassique (céladonite).

5e *exemple. Filons de diabases du massif granitique de Combeynot.* — Voici quatre analyses faites sur quatre échantillons provenant *du même filon* et montrant des stades divers de la même métasomatose.

	604	148	147	575
SiO^2 (+ TiO^2)	54,00	50,70	52,80	55,20
Al^2O^3	20,40	16,80	19,80	20,18
FeO	11,25	13,95	10,71	9,80
MgO	4,33	5,50	5,30	5,42
CaO	2,03	2,90	0,95	0,28
K^2O	2,60	2,31	2,70	2,96
Na^2O	2,78	3,78	3,54	3,07
Perte par calcination	2,33	2,85	3,10	3,12
TOTAL	99,72	98,79	98,90	100,03

604 et 148 sont très analogues entre eux. Le grain est assez gros. Il reste encore de l'augite intact et aussi beaucoup d'ouralite. Ces minéraux s'épigénisent en une serpentine contenant des grains de sphène. Dans les cristaux de feldspath, le cœur est kaolinisé et chloritisé, le bord est en anorthose limpide.

147 et 575 représentent la même roche (à grain un peu plus fin) presque entièrement dépouillée de chaux. *Le seul feldspath est l'anorthose.* On voit encore un peu d'ouralite. Mais la moitié de la roche est formée d'un mélange de chlorite ferreuse, d'argile et de silice colloïdale.

Dans la roche originelle, les teneurs oscillaient entre les limites suivantes : SiO^2 (+ TiO^2), 48 à 52 ; Al^2O^3, 16 à 21 ; FeO, 8 à 14 ; MgO, 4 à 6 ; CaO, 9 à 13 ; K^2O, 1 à 2 ; Na^2O, 3 à 5.

La métasomatose a donc consisté essentiellement dans un départ graduel de la chaux, et dans un gain, également graduel, de potasse et d'eau. La soude a probablement décru. Les autres éléments ont peu varié.

6e exemple. Diabase grenu, à l'Ouest de la Pointe Jeanne. — Cette roche montre encore quelques cristaux d'augite intact. Elle est remarquable par le développement, autour des anciens feldspaths détruits, de couronnes d'orthose et de *micropegmatite.* Le quartz est relativement abondant (environ 8 °/o).

La restauration conduit à un mélange originel de : 60 °/o labrador (en moyenne à 50 An), 15 augite, 10 biotite, 5 quartz, 2 apatite, 6 fer oxydulé, 2 fer titané.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2 (+ TiO^2)	50,82	54,80
Al^2O^3	20,05	19,80
FeO	8,48	10,00
MgO	4,10	3,02
CaO	9,63	5,00
K^2O	1,06	2,43
Na^2O	3,62	1,56
P^2O^5, Fl	0,90	non dosé
Perte par calcination	»	3,20
Total	98,66	99,81

On peut hésiter sur la nature du feldspath originel, en raison de l'acidité relative de la roche. Peut-être ce feldspath était-il de l'an-

désine et non du labrador. En tout cas, on peut affirmer qu'il y a eu perte de chaux et de soude, gain de potasse, de fer et d'eau. Le gain de silice est simplement probable, de même que la perte, d'ailleurs légère, de magnésie.

7e exemple. Diabase aphanitique, filon non loin du précédent, versant ouest du col des Fétoules. — Cette roche est à grain très fin : feutrage de microlites d'augite et de feldspath, avec beaucoup de chlorite et de sphène secondaires. La décalcification est relativement peu avancée, car il reste encore beaucoup d'augite. Ce qui semble avoir marché plus vite que la destruction de l'augite, c'est la substitution de la potasse à la soude et à la chaux du feldspath originel. La restauration précise est d'ailleurs impossible. Voici l'analyse de la roche actuelle, à titre de renseignement.

SiO^2 (+ TiO^2)	53,50	K^2O	2,70
Al^2O^3	17,40	Na^2O	1,84
FeO	11,70	Perte au feu	1,66
MgO	3,29		
CaO	6,95	Total	99,04

Résumé relatif aux diabases. — Les diabases du Pelvoux étaient riches en alumine, fer et chaux, et relativement pauvres en magnésie. Leur composition moyenne était à peu près celle que j'ai indiquée plus haut pour la roche des filons de Combeynot.

La métasomatose a toujours tendu vers l'élimination de plus en plus complète de la chaux, par destruction de l'anorthite et de l'augite. Mais, dans la plupart des cas, la transformation n'est pas achevée et il reste encore des silicates calciques.

Cette ablation de chaux a été accompagnée d'autres réactions chimiques, *variables suivant le gisement.* La plupart du temps, il y a eu *gain de potasse,* la soude restant fixe ou décroissant légèrement.

Les minéraux stables sont l'orthose, l'anorthose, la serpentine, le sphène, la chlorite, la céladonite, les argiles. L'ouralite est une forme intermédiaire qui n'est stable que pendant une période transitoire de l'évolution métasomatique. L'albite semble n'être stable que lorsqu'elle est mélangée à l'orthose.

III. — Lamprophyres

Ces roches forment d'innombrables filons, généralement minces, dans les gneiss de la haute chaîne qui va du col des Bouchiers à la

cime des Bans. Au col du Sellar, quelques filons ont des salbandes variolitiques.

Les lamprophyres du Pelvoux sont des roches à grain fin, à structure microlithique enchevêtrée. Leur pâte est riche en amphibole ou en mica noir. Les cristaux anciens sont : olivine, labrador, augite. L'olivine manque parfois. Il y a tous les degrés de métasomatose.

1er exemple. Lamprophyre micacé, plateau des Bouchiers. — Roche relativement bien conservée ; l'olivine seule est entièrement épigénisée.

La composition actuelle répond au mélange de : 45 °/₀ andésine à 40 An, 5 kaolin, 20 augite, 20 biotite, 5 magnétite, 5 chlorite et serpentine.

A l'origine, il y avait, approximativement : 50 °/₀ labrador (en moyenne à 50 An), 20 augite, 20 biotite, 5 olivine, 5 magnétite.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2	47,94	47,60
Al^2O^3	19,58	19,10
FeO	8,66	10,50
MgO	8,78	6,95
CaO	9,65	7,82
K^2O	1,90	1,94
Na^2O	2,90	3,50
Perte par calcination	»	2,98
Total	99,21	100,39

Les conclusions sont : Perte certaine sur la chaux et la magnésie ; gain certain sur le fer et l'eau ; les autres variations, très légères et incertaines.

2e exemple. Lamprophyre amphibolique, col du Sellar. — Roche relativement saine. Augite intact. Grands cristaux de feldspath entièrement kaolinisés. Chlorite épigénisant olivine et biotite. Pâte formée d'un feutrage d'oligoclase, hornblende brune et biotite, avec quelques grains de quartz.

La composition actuelle correspond à peu près à un mélange de : 30 °/₀ oligoclase à 20 An, 15 augite, 12 hornblende, 5 biotite, 5 muscovite, 8 chlorite, 15 kaolin, 5 magnétite, 5 quartz.

A l'origine, il y avait approximativement : 52 labrador (en

moyenne à 50 An), 16 augite, 13 hornblende, 10 biotite, 4 olivine, 5 magnétite. Il n'y a presque pas d'incertitude sur cette restauration.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyse)
	—	—
SiO^2	48,66	50,70
Al^2O^3	18,91	18,80
FeO	9,41	7,92
MgO	8,36	8,60
CaO	9,89	5,30
K^2O	1,05	0,83
Na^2O	3,08	2,80
Perte par calcination	»	3,56
Total	99,36	98,51

Les seuls faits certains sont l'élimination de la chaux et la fixation de l'eau. Les autres variations sont peu importantes et peu sûres.

3e exemple. Variolite, col du Sellar. — Roche formant la salbande d'un filon de lamprophyre compacte très analogue au précédent. Aspect de la variolite de la Durance.

Les sphérolithes sont entourés d'une bordure de calcite où a transmigré la chaux des fibres feldspathiques ; dans ces fibres, il n'y a plus aujourd'hui que de l'orthose. Outre le feldspath, les sphérolithes contenaient des cristaux de biotite ou d'amphibole qui sont intégralement épigénisés par la chlorite. Les interstices entre les sphérolithes sont remplis par chlorite, calcite, argile, avec grains de quartz et bâtonnets d'apatite.

La restauration exacte de la roche est impossible, car je ne connais pas, dans toute la région, une seule variolite où le feldspath originel soit conservé, et où les minéraux magnésiens primitifs soient encore déterminables. Mais il est évident à priori que la composition des salbandes variolitiques ne différait pas beaucoup de celle de la roche qui formait le centre du filon. Suivant toute probabilité, il y avait, dans la variolite, moins de silice et plus de fer que dans le lamprophyre normal. En tout cas, il n'y avait ni moins de chaux, ni plus de potasse.

Voici l'analyse de la variolite en question. Je reproduis à côté, à titre de comparaison, l'analyse d'un échantillon de variolite du Mont-Genèvre, par Delesse (1).

(1) Delesse, in Michel-Lévy. *B. S. G. F.*, 3e série, t. V, 1877, p. 248.

	Variolite du Sellar	Variolite de la Durance (Delesse)
SiO^2	48,75	55,20
Al^2O^3	17,26	12,29
FeO	7,38	11,68
MgO	8,57	9,42
CaO	5,82	6,17
K^2O	3,73	1,21
Na^2O	1,03	3,21
Perte par calcination	7,01	4,38
Total	99,55	103,56

Les variolites du Sellar ont perdu tous leurs silicates calciques. La chaux qui y reste (et ce n'est sans doute que la moitié de la quantité originelle) est tout entière à l'état de calcite ou d'apatite. Au contraire, il y a eu fixation de potasse, comme dans la plupart des diabases du Pelvoux.

Les variolites de la Durance, du moins les types étudiés par les auteurs, ont sans doute perdu de la chaux, mais elles gardent encore beaucoup de silicates calciques. Leur feldspath est l'oligoclase, et non l'orthose (1).

Je ne doute pas d'ailleurs de la quasi-identité originelle de ces deux séries de variolites, et je crois que les différences actuelles tiennent seulement à des degrés divers, et peut-être à des processus différents, de métasomatose.

IV. — Microdiorites

Ces roches forment des filons et des amas intrusifs dans le Houiller (col du Chardonnet, haute vallée de Névache, Puy-Saint-André, Sachas, etc.) (2) et représentent la forme hypo-abyssique de porphyrites à hornblende. Comme les précédentes, elles sont remarquablement feldspathiques.

1er *exemple. Microdiorite du col du Chardonnet* (3). — La roche offre deux types, dont la dissemblance paraît assez grande à l'œil nu,

(1) Michel-Lévy. *Loco citato, passim.*

(2) Quelques-uns de ces gisements ont été décrits par Elie de Beaumont, qui appelait très justement les roches en question des porphyres dioritiques. Voir aussi Lory (Description géologique du Dauphiné).

(3) L'étude du gisement a été récemment reprise par M. Kilian, à qui je dois la communication des échantillons analysés.

mais qui ont à peu près la même composition minéralogique et chimique. L'un des types, A, montre, dans une pâte noire, presque aphanitique, de grands cristaux noirs de hornblende ; l'autre, B, est grenu, à grain très fin, de couleur verte, et ressemble à certains diabases riches en feldspath, ou, mieux encore, aux microdiorites de Quenast et de Lessines. La différence entre A et B est purement structurale, le deuxième type tendant vers la structure ophitique.

Hornblende intacte le plus souvent, quelquefois chloritisée. Les grands cristaux de feldspath sont presque entièrement kaolinisés. Dans la pâte, chargée de chlorite, se développent des éponges secondaires de quartz. Epidote, çà et là, dans la hornblende et les feldspaths.

Si l'on prend la moyenne des deux analyses ci-dessous, cette moyenne correspond sensiblement au mélange de : 25 °/₀ albite, 12 anorthite, 10 orthose, 15 kaolin, 15 hornblende, 8 chlorite, 2 épidote, 8 quartz, 3 magnétite, 1 calcite, 1 sphène. Le feldspath est actuellement anorthose, albite et andésine.

A l'origine, il y avait à peu près 70 °/₀ feldspath, 25 °/₀ hornblende et 5 °/₀ magnétite. L'incertitude n'existe guère que sur la nature du feldspath moyen. Les grands cristaux de feldspath étaient probablement du labrador (puisque certains d'entre eux, indubitablement décalcifiés, montrent encore de l'andésine), mais les microlithes de la pâte étaient sans doute plus acides (oligoclase et orthose). L'hypothèse la plus vraisemblable est qu'il n'y a eu qu'une très faible variation de l'alumine et de la potasse. Cela revient à admettre 10 °/₀ d'orthose et 60 °/₀ d'un plagioclase moyen à 40 An.

	Roche restaurée	Roche actuelle (Analyses)		
		Type A	Type B	Moyenne des 2 types
	—	—	—	—
SiO^2	54,45	52,55	56,83	54,69
Al^2O^3	20,55	20,09	20,78	20,43
FeO	7,85	9,68	6,68	8,18
MgO	3,00	3,82	3,07	3,45
CaO	7,54	5,52	5,41	5,46
K^2O	1,85	1,70	1,40	1,55
Na^2O	4,14	3,26	3,28	3,27
Perte par calcination.	»	3,49	2,64	3,06
Total. . .	99,38	100,11	100,09	100,09

La roche a perdu de la chaux et de la soude, et a gagné de l'eau et

un peu d'acide carbonique. La composition de la roche restaurée est analogue à celle que MM. de la Vallée-Poussin et Renard ont donnée, en 1879, pour la microdiorite de Quenast. Elle est également comparable à celle de l'Estérellite basique des Cours, donnée, en 1897, par M. Michel-Lévy.

2e *exemple. Microdiorite de Sachas, près Prelles.* — Roche de même structure que le type B précédent et évidemment congénère. Mais la métasomatose est beaucoup plus avancée. Voici l'analyse :

SiO^2	64,80	K^2O	0,64
Al^2O^3	18,80	Na^2O	4,85
FeO	6,10	Perte au feu	2,64
MgO	2.05		
CaO	1,23	Total	101,11

La roche originelle (qu'il est d'ailleurs impossible de restaurer d'une façon précise) différait de celle du Chardonnet par la présence du quartz dans la pâte. Il y avait, selon toute vraisemblance, de 60 à 65 % SiO^2, environ 19 Al^2O^3, 5 ou 6 FeO, 2 ou 3 MgO, de 5 à 8 CaO, de 0,5 à 1,5 K^2O, de 4 à 5 Na^2O. Ces teneurs sont celles qui caractérisent le type habituel de l'Estérellite du Dramont, tandis que, comme je viens de le dire, la roche restaurée du Chardonnet se rapproche de l'Estérellite basique des Cours (1). Ces analogies entre les microdiorites du Pelvoux et celles de St-Raphaël sont tout à fait frappantes.

La roche de Sachas a perdu une grande partie de la chaux qu'elle contenait à l'origine. Elle a, par contre, gagné de l'eau, de l'acide carbonique, un peu de silice, et peut-être aussi du fer. La variation des alcalis a dû être très peu importante.

Résumé

De cette longue série d'exemples — qu'il m'eût été facile d'allonger encore — un fait se dégage avec évidence : l'élimination, par métasomatose, de la chaux primitivement contenue dans les roches éruptives.

Je ne prétends point que ce fait soit absolument général. Chacun sait que, dans nombre de cas, la décomposition de certains silicates calciques (augite ou feldspaths) donne naissance, *sur place*, à de

(1) Michel-Lévy. Mémoire sur le porphyre bleu de l'Estérel. *Bull. des Services de la Carte géolog. de France*, N° 57, t. IX, p. 235.

nouveaux silicates calciques (wernérite, épidote, zoïzite), sans qu'il y ait ablation de chaux.

Mais le fait en question est général dans la région du Pelvoux. J'ajoute que cette région ne doit pas être la seule à présenter ce phénomène. Beaucoup de schistes à chlorite, albite et orthose des Alpes (Vanoise, Petit Mont-Cenis, Mont-Pourri, Val Grisanche) sont, pour moi, des coulées, ou des nappes intrusives, de roches éruptives autrefois riches en chaux, aujourd'hui totalement *décalcifiées*. Je crois, de même, que beaucoup de serpentines sont des gabbros qui ont perdu, outre leur chaux, leur soude et leur alumine (1).

Dans la région du Pelvoux, cette métasomatose *décalcifiante* présente ce caractère remarquable, que les édifices feldspathiques sont conservés, malgré la destruction de l'anorthite. Au fur et à mesure de sa décomposition, l'anorthite est remplacée par de la chlorite, du kaolin, de la calcite, de l'orthose, qui viennent, sans modifier la forme extérieure du cristal, cohabiter avec l'albite du plagioclase originel. Dans la plupart des cas, l'élimination de l'anorthite est complète et les édifices feldspathiques renferment, avec de l'albite pure ou de l'anorthose, des matières étrangères formant le tiers, ou la moitié, ou même les deux tiers du volume total.

Le processus de l'altération semble être partout le même : attaque de l'olivine, par hydratation, sans déplacement appréciable de la magnésie (formation de serpentine, bowlingite, talc), quelquefois avec apport d'alumine (formation de chlorite); attaque de l'augite, par ablation de silicate de chaux, avec formation d'un minéral *éphémère*, l'ouralite, qui se décompose à son tour, quand l'ablation de chaux devient plus complète, et cède alors la place à la chlorite; attaque des feldspaths calcico-sodiques suivant le mode indiqué plus haut; attaque de la biotite, enfin, qui se transforme aussi en chlorite. Dans la chlorite qui résulte, soit de la biotite, soit de l'augite, l'acide titanique originel donne naissance à des grains secondaires d'ilménite ou de sphène. A la limite, il ne reste plus que chlorite, serpentine, kaolin, fer oxydulé, ilménite, sphène, albite, anorthose, orthose. Tels sont les minéraux stables, ou à peu près stables : parmi eux, un seul est calcique, le sphène,

(1) On peut rapprocher des faits que je signale la transformation bien connue des basaltes en wacke, en argile, en bauxite, par élimination de la chaux, de la soude et d'une partie de la silice. Voir ZIRKEL. *Lehrbuch der Petrographie*, 1894, t. II, p. 905, qui résume les travaux publiés à ce sujet.

et la proportion de ce sphène à la masse totale est généralement infime. En sorte qu'il est bien vrai de dire que la décalcification est complète, et que les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux, jadis très riches en silicates calciques, sont aujourd'hui tout à fait inhospitalières aux combinaisons siliceuses et alumineuses de la chaux. Quant au carbonate de chaux, on ne le trouve en quantité importante que dans les mélaphyres : encore est-il rare dans la masse même de la roche et se concentre-t-il dans les vacuoles et les fissures.

Mais, si le processus est, en grand, partout le même, il y a des différences dans le degré, et aussi dans les détails, de la métasomatose.

Les mélaphyres se distinguent des autres roches par une décalcification beaucoup plus complète, en général, et qui est, en tout cas, indépendante des conditions actuelles de leur gisement. Les diabases, lamprophyres et microdiorites n'ont subi, très souvent, qu'une décalcification partielle, et les phénomènes qui ont, dans ces roches, accompagné l'ablation de la chaux, paraissent intimement liés avec les conditions actuelles de gisement, par exemple avec la nature des roches encaissantes.

Cette différence s'explique aisément. Les mélaphyres sont de véritables roches volcaniques, qui ont recouvert, à l'état de coulées et de tufs, une contrée plate, dont la plus grande partie était occupée par des lagunes. Les tufs ont disparu ; les coulées subsistent. En de nombreux points du Pelvoux, il y a alternance de ces coulées de laves et des sédiments lagunaires. Ce n'est, sans doute, qu'après de longs siècles, que les coulées ont été immergées en eau profonde, et ont commencé à recevoir le dépôt continu des calcaires et des marnes du Lias. Aucune condition n'est plus favorable à une rapide et complète métasomatose que ces alternances d'immersion et d'émersion, et cette imprégnation par des eaux saturées de sel, que subissent nécessairement les dépôts des lagunes. Je me représente donc les coulées mélaphyriques comme ayant été, dès le début des temps liasiques, entièrement décalcifiées quant à leurs silicates, et amenées à cet état d'un mélange de chlorite et d'albite, ou de serpentine et d'albite, et en outre d'oxyde de fer, état qui est à peu près stable et n'offre presque aucune prise aux causes actuelles de métasomatose. Sans doute, cette stabilité n'est que relative. Les eaux superficielles qui s'infiltrent aujourd'hui dans les affleurements mélaphyriques en enlèvent peu à peu la soude, et peu à peu aussi la magnésie. Un jour viendra, la chose est sûre, où l'albite en aura disparu, remplacée par du kaolin ou peut-être de la paragonite.

Mais ce jour est bien éloigné et la transformation est d'une lenteur extrême, car, malgré l'ancienneté déjà grande de ce que j'appelle ici les causes actuelles, l'albite est partout à peu près intacte.

Au contraire, les diabases, les lamprophyres, les microdiorites du Pelvoux se sont consolidés en profondeur. Ce sont, suivant l'expression de Brögger, des roches hypo-abyssiques. Leur métasomatose est donc toute récente ; elle est postérieure, non seulement au plissement de la région dauphinoise, mais à l'érosion qui a détruit la couverture sédimentaire du Pelvoux et creusé de profondes vallées dans les terrains cristallins. Cette métasomatose est, dans la plupart des cas, encore incomplète. Elle se poursuit de nos jours sous la simple influence des eaux d'infiltration ; et, comme la composition des eaux d'infiltration varie d'un point à l'autre de la région (ce n'était point le cas au début des temps liasiques), les phénomènes chimiques varient d'un affleurement à l'autre. Une seule chose est constante, la tendance à l'élimination complète de la chaux.

Bien entendu, ces différences locales iront en s'atténuant avec le cours des siècles. La limite est partout à peu près la même : un mélange d'albite (ou d'orthose) et de chlorite (ou de serpentine) avec des oxydes de fer ; quelque chose, en un mot, qui sera, à la structure près, ce que sont depuis longtemps les mélaphyres ; quelque chose qui aura, sinon la structure, du moins la composition d'un schiste de la Vanoise ou d'une *roche verte* des Schistes Lustrés. Et alors l'état sera devenu à peu près stable, et les progrès de la métasomatose n'iront plus qu'avec une inexprimable lenteur.

Conclusions relatives à la métasomatose

Il n'est pas impossible, et il ne me semble pas téméraire, de tirer de cette étude quelques enseignements d'un ordre général.

Et d'abord, le travail chimique, si considérable, que je viens de décrire, est l'œuvre des eaux superficielles. Aucun silicate, que dis-je, aucun minéral ne résiste à l'eau de pluie. Dans la masse des roches, si stable en apparence et comme figée, les molécules chimiques sont dans un mouvement incessant, dans une agitation de fourmilière : les minéraux se font et se défont ; des molécules nouvelles arrivent, apportées par l'eau qui filtre, imperceptible, au travers de la masse, et celles de ces molécules qui se fixent dans la roche en déplacent d'autres, que la même eau emporte et qui s'en vont ailleurs servir à quelque autre édifice. C'est, je crois bien,

Daubrée qui a, le premier, appelé l'attention des géologues sur cette activité des eaux filtrantes, jamais lassée ni satisfaite, qui sans cesse détruit et répare, édifie et démolit. M. Lacroix l'a appelée d'un mot heureux, *la vie des roches*. Les pétrographes allemands ont insisté, depuis longtemps, sur le rôle des « Atmosphærilien » dans la transformation des roches éruptives et dans le remplissage des filons métallifères. M. Munier-Chalmas a montré l'efficacité des eaux de surface pour la production de diverses épigénies cristallines aux affleurements des couches sédimentaires du bassin de Paris. M. de Launay a récemment, dans un très beau et très important mémoire (1), repris la question des filons, résumé les travaux antérieurs, et prouvé par de nouvelles observations que l'action des eaux superficielles est encore bien autrement importante qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici. Malgré tout, l'homme est ainsi fait qu'il croit difficilement à l'efficacité des causes lentes, et le rôle géologique de la goutte d'eau de pluie n'est pas de ceux que l'esprit accepte volontiers. Au contraire, le métamorphisme par des eaux d'origine profonde, par des fluides montant de l'intérieur du globe, est séduisant comme toutes les causes occultes, auxquelles on peut, par l'imagination, prêter une puissance en quelque sorte illimitée. Loin de moi la pensée de nier l'existence d'un semblable métamorphisme ; mais combien d'exemples de prétendu *métamorphisme* qui sont, en réalité, des manifestations d'un phénomène purement superficiel, la *métasomatose* ! Les eaux de surface imprègnent tous les affleurements et, sous leur influence, pour reprendre le mot de M. Lacroix, tous les affleurements *vivent* (2).

En second lieu, l'action de l'eau de pluie pure sur une roche éruptive *basique* est, avant tout, une action *décalcifiante*. L'élément que cette eau emporte, avant tous les autres, et en quantité plus grande que tous les autres, c'est la chaux. L'eau qui sort de la roche en question, n'ayant d'ailleurs, depuis sa chute, traversé aucune autre roche, contient, quelle que soit la roche, plus de chaux que de soude, ou de potasse, ou d'alumine, ou de magnésie, ou de silice. Elle emporte cette chaux à l'état de carbonate, principalement, mais aussi à l'état de silicate, et sans doute encore à l'état

(1) Contribution à l'étude des gîtes métallifères. *Annales des Mines*, 1897, p. 147 et suiv.

(2) A ce mot de *vie*, je préfère cependant, quand il s'agit de la transformation d'une roche éruptive, le mot de *métasomatose*, créé, je crois bien, par Rosenbusch : car la roche est morte, en tant que roche éruptive, et nous n'assistons plus qu'à la dénaturation de son cadavre.

d'aluminate ; promptement saturée de carbonate, elle n'atteint que beaucoup plus difficilement la saturation quant au silicate calcique et à l'aluminate calcique ; en sorte que l'eau dont je parle peut, tout à la fois, déposer de la calcite et continuer à détruire l'anorthite et l'augite pour leur ravir un peu plus de silicate et d'aluminate de chaux. Ce n'est que lorsque la décalcification est à peu près complète que l'eau *pure*, arrivant dans la roche, commence à dissoudre, au double état de carbonate et de silicate, la soude et la potasse. L'entraînement de l'alumine devient alors très faible. Quant à la magnésie, elle est très peu soluble, en tout état de cause.

Comme chacun sait, l'action de l'eau de pluie pure sur une roche alcaline et faiblement calcique, comme le granite, va à l'ablation de la soude plutôt qu'à celle de la potasse. L'albite disparaît avant l'orthose ; et, si le plagioclase est un peu calcique, il s'attaque encore plus rapidement que l'albite. Dans le granite du Pelvoux, l'albite est partiellement détruite, la cryptoperthite demeure presque toujours intacte. L'eau qui sort de ce granite est plus sodique que potassique : elle contient cependant un peu de potasse, qu'elle a prise, sans doute, au mica noir.

Si l'eau qui arrive au contact d'une roche éruptive basique a traversé préalablement d'autres roches, si elle n'est pas pure, il y a deux cas à distinguer.

Ou bien cette eau est saturée de silicate et d'aluminate de chaux. Elle est alors impuissante à décalcifier. Son action sur la roche en question sera l'ablation de la soude, du fer, et, dans une faible mesure, de la magnésie, et le développement sur place de nouvelles combinaisons calciques, comme l'épidote, la zoïzite, la wernérite.

Ou bien cette eau n'est pas saturée de silicate et d'aluminate de chaux. Elle agira alors comme cause décalcifiante, et d'autant plus énergiquement qu'elle apporte avec elle une plus grande quantité de silicates alcalins. Elle perdra d'abord son silicate de potasse, puis, et plus difficilement, son silicate de soude. En d'autres termes, l'eau qui sort du granite est plus décalcifiante pour une roche éruptive basique que l'eau de pluie pure.

J'incline à croire aussi que l'eau de surface mêlée de chlorure de sodium, comme il arrive sur le bord de la mer, est plus décalcifiante que l'eau de pluie pure ; mais ce n'est pas absolument certain.

Il résulte de là que des affleurements de roches basiques entourés de tous côtés par des roches alcalines (granite ou gneiss) seront très vite dépouillés de leurs silicates calciques, et gagneront, au

contraire, beaucoup de potasse et un peu de soude. Les nouveaux silicates, potassiques ou sodiques, ainsi formés, ne seront attaqués à leur tour que beaucoup plus tard, quand il ne restera plus de silicates de chaux. On s'explique ainsi ce fait, bien extraordinaire au premier abord, de filons basiques où l'albite et l'orthose sont intacts et comme stables, alors que la roche encaissante est un granite dont les feldspaths, albite surtout, sont très attaqués : c'est le cas des diabases du massif granitique de Combeynot.

Il résulte encore de là que des affleurements basiques, compris dans des roches purement siliceuses ou pauvres en alcalis (grès et schistes houillers), iront se décalcifiant peu à peu sans gagner autre chose que de la silice, de l'alumine ou du fer. C'est le cas des microdiorites du Briançonnais.

Enfin, des coulées basiques (comme les mélaphyres) traversées par des eaux de pluie pures, ou par des eaux de lagunes, riches en sel marin et en carbonate de chaux, iront en perdant graduellement et *uniformément* leurs silicates calciques, sans gagner autre chose qu'un peu de soude, et, dans certains cas, un peu de silice et de fer.

Je disais l'an dernier (1) que le massif granitique et gneissique du Pelvoux est, à l'heure actuelle, *une source d'alcalis*. La chose est maintenant évidente. Les eaux qui ont traversé ce massif sont silicatées alcalines ; elles sont, presque partout, éminemment décalcifiantes. Dès qu'elles rencontrent les silicates et les silico-aluminates calciques, elles les corrodent, pour leur prendre de la chaux et de l'alumine, et abandonner des alcalis en échange. C'est pour cela que dans toute la région granitique et gneissique l'albite et l'orthose sont si fréquents et si stables, en tant que minéraux secondaires.

Il y a aussi des points, dans le Haut-Dauphiné, où il se forme actuellement encore des silico-aluminates calciques (épidote et zoïzite). Ces points se rencontrent surtout, comme on pouvait le prévoir, dans les régions où dominent les gneiss basiques (chaîne de Belledonne). Les eaux superficielles arrivent alors, localement, à se saturer de silicate et d'aluminate de chaux. Mais l'épidote est très rare dans la région granitique, et à peu près inconnue dans le terrain houiller du Briançonnais.

Nulle part, même dans la chaîne de Belledonne, où abondent les gneiss amphiboliques et pyroxéniques, on n'a signalé la wernérite.

(1) Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, 22 mars 1897.

La production de ce minéral semblerait cependant possible là où les eaux sont saturées de silicate et d'aluminate de chaux, et l'on ne peut pas douter de cette saturation là où cristallise l'épidote. Pourquoi la wernérite, si habituelle dans les Pyrénées, n'existe-t-elle pas dans nos Alpes? Je n'ai pas encore trouvé de réponse satisfaisante à cette question.

On peut, comme je le disais l'année dernière, prévoir une époque où, dans les roches basiques du Pelvoux, l'albite et l'anorthose s'attaqueront à leur tour. A ce moment, le granite du pays ne sera plus, depuis longtemps déjà, que quartz, argile et chlorite. Quartz, argile, chlorite, voilà ce que deviendront aussi, beaucoup plus tard, et les roches basiques et les gneiss. Pour les contrées avoisinantes, la région ne sera plus qu'une source de silice, d'alumine et de magnésie, et les eaux qui traverseront cette région ne trouveront plus nulle part les sels de chaux dont elles seront avides. Dans les chloritoschistes qui forment, en tant de points du globe, des massifs si formidables d'épaisseur et si uniformes d'aspect, ne doit-on pas voir les ruines, ou, pour mieux dire, les résidus de roches semblables à celles du Pelvoux, lentement dépouillées de leurs principes les plus solubles par l'action des eaux superficielles, et que les causes orogéniques ont achevé d'uniformiser? Qui fera le départ entre la métasomatose superficielle et le métamorphisme d'origine profonde, dans l'histoire des terrains cristallophylliens?

SUR LE CRÉTACÉ DE LA DOBROGEA

par M. V. ANASTASIU.

Le système Crétacé de la Dobrogea occupe une vaste zone constituée dans sa partie septentrionale par des collines onduleuses couvertes d'une riche végétation (région forestière de Babadag, Ciucurova, Slava, etc.), et dans sa partie méridionale par un plateau faiblement ondulé (région agricole). Il est représenté par les deux séries suivantes :

a) La série inférieure, qui est très peu développée, borde en partie le Danube et présente un faciès calcaire avec intercalation de marnes, de sables et de grès; elle peut être attribuée, par sa

faune, aux étages Néocomien, Barrémien et Aptien; le premier étage présente un faciès méditerranéen.

Je rappellerai que j'ai trouvé à Cernavoda, Rassova, Saligny, etc., des *Rudistes* (*Monopleura*, *Requienia*, etc.), des *Terebratules* du groupe de *Ter. sella*, *Rhynchonella depressa*, des *Echinides* (*Acrosalenia*, *Salenia*, *Pseudodiadema*). Ces formes indiquent nettement le Néocomien à faciès méditerranéen. Cette formation a été attribuée autrefois par Peters au Corallien.

b) La série supérieure a une extension beaucoup plus considérable et est constituée par des marnes fissiles, des grès, des argiles, des conglomérats avec mélange fréquent de chlorite, des calcaires tantôt compacts, tantôt vacuolaires, tantôt à crinoïdes et de la craie blanche traçante, *identique à celle du Bassin de Paris*. Cette série, en transgression sur les terrains plus anciens, est formée de strates qui reposent toujours en discordance, soit sur des schistes verts antétriasiques (Alahbair, Ester), soit sur des calcaires triasiques (région de Babadag, Camber), soit sur des couches appartenant au Jurassique moyen (Enisala, Cazilcum), ou supérieur (Canara), Elle conserve partout une horizontalité plus ou moins apparente, sauf dans la région de Murfatlar et Omurcea, où les couches sont fortement inclinées N.O.-S.E. et parfois presque verticales. Elle supporte à son tour soit le Lœss, soit le Sarmatique, qui forme des falaises en corniche, dont la différence de coloration et de relief est tellement évidente que la séparation en est très nette. En raison de l'abondance des forêts, du nombre réduit des affleurements et surtout de la rareté excessive des fossiles, la détermination exacte des étages et leur délimitation dans cette région devient très difficile. Pourtant, j'ai trouvé quelques localités dans lesquelles j'ai pu recueillir des fossiles qui me permettent d'affirmer d'une façon certaine la présence du Turonien et du Sénonien. A Pestera, on peut voir une colline formée de couches horizontales dans lesquelles on distingue à la base un conglomérat gréso-calcaire faiblement glauconieux qui contient : *Rhynchonella Cuvieri* d'Orb., *Echinoconus subrotundus* Ag., *Inoceramus* cf. *labiatus* Brongn., formes nettement turoniennes et qui supportent un calcaire gréseux à grain fin, avec *Hemiaster Leymerii* Desor, *Cardiaster* sp., *Echinoconus*.

A Caugagia j'ai ramassé, dans les éboulis d'une colline formée de marnes homogènes alternant avec des lits marno-gréseux faiblement glauconieux : *Nautilus elegans* Sow., *Exogyra columba* Lamk. var. *minor*, *Cyclolites* sp., faune qui indiquerait la présence du Cénomanien. En dehors de ces localités, j'ai trouvé encore dans divers

points (Babadag, Jurilofca, Alahbair) des empreintes d'*Exogyres*, des *Inocerames*, des fragments d'Ammonites mal conservés, fossiles qui indiquent autant le Cénomanien que le Turonien; pourtant Peters n'a pas hésité à assimiler le Crétacé de cette région au Pläner et Quader moyen de la région Bohémo-Saxonne.

Dans la partie méridionale du bassin crétacé on rencontre à Palazu, sur les bords du lac Siutghiol, au-dessus des couches du Jurassique supérieur très développé à Canara et fortement disloqué, des strates horizontales d'une argile jaune sans silex et dans laquelle Peters a trouvé des *Baculites* d'ailleurs très mal conservés. Au-dessus viennent les couches de la craie blanche traçante remplie de rognons de silex et de silex zonés et contenant de rares *Belemnitella mucronata* et des *Ostrea vesicularis*. Ces couches ainsi que celles de Omurcea ont été assimilées par Spratt à la craie blanche en général (*Chalk*) et par Peters à la craie de Meudon.

A Murfatlar, existe un grand affleurement où on peut voir les couches de la craie blanche fortement inclinées, alternant avec des lits minces d'argile grisâtre. Dans les couches crayeuses, j'ai recueilli : *Rhynchonella limbata* Schloth., *Rhynchonella* sp., *Rhynchonella plicatilis* Sow., *Offaster pilula* Ag., formes identiques à celles qui caractérisent la craie de Meudon. Il y a donc dans le Sénonien de cette région deux niveaux à distinguer :

1° Craie de Murfatlar représentant la zone à *Belemnitella quadrata*.

2° Craie de Palazu ou zone à *Bel. mucronata*.

Nous trouvons donc dans la Dobrogea à l'époque du *Crétacé inférieur* un *faciès méditerranéen* avec des Rudistes et des Polypiers, faciès qui se retrouve au sud-ouest, particulièrement en Bulgarie, tandis qu'à la fin du *Crétacé supérieur* la Dobrogea était couverte par la mer avec *faune boréale* identique à celle qui couvrait une partie de la région septentrionale de l'Europe; cette mer s'étendait à l'est jusqu'au pied de l'Oural, au nord jusque dans la Scanie et au sud venait s'étaler sur les côtes de l'Asie Mineure.

M. **Stuart-Menteath**, à propos de la communication faite par M. Douvillé dans la dernière séance, envoie quelques remarques sur la façon dont ont été classées les couches du Gault et du Cénomanien des Pyrénées.

Séance du 4 Avril 1898.

PRÉSIDENCE DE M. E. DE MARGERIE, VICE-PRÉSIDENT

M. P. Cambronne, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

M. **Frossard** dépose sur le bureau : 1° une liste des tremblements de terre dans les Pyrénées ; 2° deux brochures sur les minéraux pyrénéens.

OBSERVATIONS A LA NOTE DE M. BOISTEL SUR LES CAILLOUTIS ALPINS DU PLIOCÈNE DE LA BRESSE

par M. **TARDY.**

Dans la séance du 28 février, M. Boistel parle de la couverture caillouteuse du Pliocène de la Bresse et de la Dombes et conclut à un transport par le Rhône très puissant de cette époque, dont le lit s'est alors trouvé à près de 300m d'altitude.

Cette explication n'a qu'un défaut, c'est qu'elle suppose une pente de 300m de Meximieux à la mer. Or, à Hauterive (Drôme), les dépôts pliocènes sont encore très élevés et sur le bord de la Méditerranée, aussi bien en Algérie que sur nos rivages, le Pliocène offre des atterrissements marins, bien au-dessus des rives actuelles. Néanmoins, l'étalage par le Rhône des cailloux de la Dombes semble très acceptable.

Mais qui a apporté ces cailloux étalés par le Rhône ? Quoique M. Boistel cherche à écarter les glaciers, j'affirme que ce sont eux qui ont apporté ces cailloux, parce que dans la partie supérieure du Pliocène, à Buellas, à Montcey, à Cuègre (Bourg), on trouve de véritables moraines enfouies entre des bancs de marnes pliocènes qui les ont protégées contre les érosions fluviatiles.

M. Boistel dit dans cette note qu'aucune modification n'étant signalée dans l'orographie du Jura ni des Alpes après le Pliocène, les glaciers pliocènes n'ont pu suivre une autre voie que leurs successeurs. C'est, je trouve, aller un peu loin, car les cluses du Jura ont partout disloqué le Pliocène et lui sont donc postérieures. Enfin, je dirai que les moraines étalées par le Rhône sur la Dombes ont été prises sur place et nivelées par les eaux de tout le bassin en amont de Lyon, sans faire de choix entre la Saône, le Suran, l'Ain, etc., ce qui serait bien difficile dans l'état actuel de la surface de la Dombes. Quant à ces moraines pliocènes, il en existe des lambeaux sur beaucoup de points, même aux portes de Lyon ; mais l'absence de vie, au milieu des glaciers, a empêché d'accepter leur âge.

M. **Boistel** se borne à ajouter qu'il ne peut pas discuter l'intercalation de moraines dans les marnes pliocènes puisqu'il n'a pas pu voir les localités mêmes citées actuellement par M. Tardy, mais qu'il conserve quelques doutes sur la réalité de cette intercalation, plusieurs mélanges allégués de ce genre ayant été expliqués postérieurement par des glissements. D'ailleurs, dans l'hypothèse qu'il a discutée, il s'agit de glaciers appartenant au Pliocène supérieur ou Sicilien, tandis que M. Tardy allègue la présence du glaciaire dans la partie supérieure des *marnes pliocènes*, c'est-à-dire dans le Pliocène inférieur ou Plaisancien. Puisqu'il ne s'agit pas de la même époque, les deux opinions ne peuvent se contredire. Quant à la dislocation du Pliocène par les cluses du Jura, M. Boistel n'en a jamais rencontré la moindre trace. Certainement, la cluse du Rhône entre Bregnier-Cordon et Lagnieu existait à l'époque du Pliocène moyen, puisque, à cette époque, le Rhône a déposé les cailloutis de Meximieux, et a même creusé son lit à 10 mètres plus bas que son niveau actuel.

PORTLANDIEN, TITHONIQUE ET VOLGIEN

par M. Émile HAUG.

La question des limites entre le Jurassique et le Crétacé et celle du parallélisme entre le Portlandien du Nord et le Tithonique du Midi, qui en est connexe, ont fait, il y a vingt à trente ans, l'objet de discussions mémorables, souvent orageuses, qui prirent fin assez brusquement, sans que d'ailleurs une entente se fût établie entre les deux partis. Plus récemment, à la suite de la publication de plusieurs notes de M. Toucas, une nouvelle discussion s'engagea dans les colonnes de notre Bulletin, mais actuellement c'est en Russie que semble s'être déplacé le siège des controverses sur les limites du Jurassique et du Crétacé, tandis que chez nous ces controverses se sont trouvées reléguées à l'arrière plan. On pourrait conclure de ce fait que parmi les géologues de l'Europe occidentale l'entente est complète sur la position du Tithonique dans l'échelle stratigraphique. Il n'en est malheureusement rien.

Les plus grandes divergences de vues existent au sujet de la limite entre le Kimeridgien et le Portlandien dans la région méditerranéenne et cette limite est comprise par les différents auteurs de trois manières différentes.

Une première catégorie de géologues assimile au Kimeridgien le « Diphyakalk », désigné sous le nom de « Tithonique inférieur ». Le « Tithonique supérieur » seul est parallélisé avec le Portlandien. Le calcaire à *Oppelia lithographica* et le calcaire de Solenhofen sont également considérés comme kimeridgiens. Cette manière de voir est exposée dans les ouvrages classiques de M. Zittel et M. Munier-Chalmas la partageait encore récemment.

D'autres auteurs, tels que Neumayr, M. Kilian et M. de Lapparent, réunissent le calcaire à *Oppelia lithographica* avec des couches incontestablement kimeridgiennes sous le nom de « zone à *Waagenia Beckeri* ». Le calcaire de Solenhofen et le « Diphyakalk » sont cependant placés dans le Portlandien.

Quelques auteurs enfin pensent qu'il est nécessaire de comprendre le Tithonique tel qu'il fut défini par Oppel (1), c'est-à-dire comme

(1) A. Oppel. Die tithonische Etage. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, vol. XVII (1865), p. 535.

« un groupe particulier compris entre le Kimeridgien et les couches néocomiennes inférieures ». Ils rangent non seulement le « Diphyakalk » mais encore les calcaires à *Oppelia lithographica* du bassin du Rhône et les calcaires de Solenhofen dans le Portlandien. J'ai adopté cette classification dès 1890 et c'est aussi celle dont M. Pavlow fait usage dans ses plus récentes publications.

En ce qui concerne la limite supérieure du Tithonique, il existe également des divergences de vues, certains auteurs rangeant les couches de Berrias dans le Jurassique, d'autres les attribuant au Néocomien.

Dans ces conditions, on comprend aisément que les auteurs russes ne puissent se mettre d'accord sur la limite du Jurassique et du Crétacé et sur le sens qu'il convient d'attribuer au terme de « Volgien ».

Les pages suivantes ont pour but de dissiper quelques malentendus et d'établir, entre les dépôts portlandiens, tithoniques et volgiens, un parallélisme rigoureux, qui seul permettra de comparer entre eux les mouvements du sol et les déplacements du niveau des mers dans les régions du Nord et dans les régions méditerranéennes.

Kimeridgien supérieur

Si l'on s'en rapporte aux excellents travaux de M. Lennier (1) sur les environs du Hâvre, de M. Pellat (2) sur les environs de Boulogne, on peut diviser le Kimeridgien proprement dit du Nord du bassin de Paris en deux zones principales, correspondant assez bien, l'inférieure, au Ptérocérien, la supérieure, au Virgulien.

La zone inférieure, dont les Ammonites ont été étudiées récemment par M. Tornquist (3), est caractérisée par les groupes du *Pictonia Cymodoce* d'Orb. et de l'*Holcostephanus Eumelus* d'Orb. Contrairement à ce que l'on a dit quelquefois, le groupe du *Reineckeia* (4) *Eudoxus* d'Orb. manque à ce niveau. C'est sans doute à

(1) G. Lennier. Etudes géologiques et paléontologiques sur l'embouchure de la Seine. In-4°, p. 8-17. Le Hâvre, 1868. — Voir aussi : H. Douvillé. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. IX (1881), p. 450.

(2) Edm. Pellat. Le terrain jurassique moyen et supérieur du Bas-Boulonnais. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. VIII (1880), p. 647-698.

(3) A. Tornquist. Die degenerirten Perisphinctiden des Kimmeridge von Le Hâvre. *Abhandl. d. schweiz. paläontol. Ges.*, vol. XXIII, 1896. 43 p., 8 pl.

(4) Le groupe de l'*Amm. Eudoxus* a été attribué tantôt au genre *Hoplites* (Neu-

la fois à cette zone inférieure et au Séquanien à *Perisphinctes Achilles* que correspondent, dans les régions méridionales, les couches à *Oppelia tenuilobata*.

La zone supérieure, qui nous intéresse plus particulièrement, est souvent divisée en trois sous-zones, caractérisées par *Aspidoceras orthocera* (1), *Asp. caletanum* et *Asp. longispinum*. C'est principalement dans la sous-zone supérieure, *immédiatement au-dessous du Portlandien*, que l'on rencontre *Reineckeia Eudoxus* d'Orb. et *Rein. pseudomutabilis*, ainsi que *Perisphinctes Erinus* d'Orb. Les coupes très précises de M. Pellat et les déterminations d'une valeur indiscutable qui les accompagnent ne laissent aucun doute à ce sujet.

Le niveau à *Reineckeia Eudoxus* a une assez grande extension géographique. D'après les figures publiées par Damon (2) il existe dans le Dorsetshire ; d'après M. Lamplugh (3) on le rencontre dans la série de Speeton (Yorkshire). Les « couches à *Aspidoceras acanthicum* » de la Volga, dont la riche faune a été si bien étudiée par notre confrère, M. Pavlow (4), correspondent rigoureusement à ce même niveau. La présence du même horizon dans le Wurtenberg ne peut faire aucun doute, d'après les travaux de M. Engel (5) et d'après les figures de Quenstedt (6). C'est le Jura blanc δ des géologues de Souabe. On peut affirmer également son existence dans le Klettgau, d'après les frères Würtemberger (7) (« Schichten des *Amm. mutabilis* » et « *Nappberg*-Schichten »), dans le Jura

mayr, A. Pavlow), tantôt au genre *Reineckeia* ; récemment MM. von Sutner et Pompeckj (in Tornquist, *loc. cit.*, p. 7) en ont fait un genre spécial sous le nom d'*Aulacostephanus*. Je ne sais pas sur quel caractère est basée cette nouvelle coupure et je m'en tiens provisoirement au nom de *Reineckeia*. Les véritables *Hoplites* (type : *H. Archiacianus* d'Orb.) dérivent probablement de *Reineckeia* par descendance directe, comme le pense M. Steuer (Argentinische Jura-Ablagerungen. *Pal. Abhandl.*, t. VII, n° 3, 1897, p. 88), et le groupe de l'*Amm. Eudoxus* constitue sans doute un terme de passage entre les deux genres ; mais, en raison de la persistance des constrictions, il vaut mieux l'attribuer à *Reineckeia*.

(1) Cette sous-zone inférieure est quelquefois rangée dans le Ptérocérien.

(2) R. Damon. Geology of Weymouth, Portland and coast of Dorsetshire. New edit., Weymouth, 1884.

(3) G.-W. Lamplugh. On the Speeton Series in Yorkshire and Lincolnshire. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. LII (1896), p. 184.

(4) A. Pavlow. Les Ammonites de la zone à *Aspidoceras acanthicum* de l'Est de la Russie. *Mém. Com. géol.*, t. II, n° 3, 1886.

(5) Th. Engel. Der « weisse Jura » in Schwaben. *Würt. Jahreshefte*, 1877.

(6) F.-A. Quenstedt. Die Ammoniten des schwäbischen Jura. Tab. 107, fig. 20, 23, 24 ; tab. 110, fig. 7.

(7) F. J. u. L. Würtemberger. Der weisse Jura im Klettgau.

argovien, d'après MM. Mœsch (1) et de Loriol (2) (partie supérieure des couches de Baden et couches de Wettingen), dans les environs de Montbéliard (Virgulien supérieur), d'après M. Contejean (3).

Avant d'aborder l'étude du Kimeridgien supérieur dans les régions méditerranéennes, j'ajouterai que. dans la Haute-Marne (4), dans l'Yonne (5), dans les Charentes, etc. (6), c'est également dans le Virgulien que l'on a rencontré *Reineckeia pseudomutabilis* et *Eudoxus* et non dans le Ptérocérien, où ces espèces sont inconnues.

Dans la vallée du Rhône, les équivalents certains du Kimeridgien ont été signalés pour la première fois dans la localité classique de la montagne de Crussol, près Valence. Fontannes (7) a distingué dans les « calcaires du Château » de cette localité trois niveaux, dont l'inférieur appartient encore à la zone à *Oppelia tenuilobata* et dont le supérieur, caractérisé par la présence du groupe de l'*Oppelia lithographica*, contient déjà une faune à affinités tithoniques et correspond aux assises que l'on désigne généralement, dans le bassin du Rhône, sous le nom de « calcaires ruiniformes » ou de « calcaires compacts ». Quant au niveau moyen, son caractère paléontologique a été reconnu par M. Toucas (8). D'après les observations de cet auteur, les « calcaires ruiniformes » reposent directement sur les couches supérieures à *Aspidoceras acanthicum*, c'est-à-dire sur un banc bleu contenant *Holcostephanus Eumelus* (8) ainsi qu'*Hoplites emancipatus* de Fontannes, en échantillons assez nombreux.

La coupe du Pouzin (Ardèche), donnée par M. Toucas (9), con-

(1) Cas. Mœsch. Geologische Beschreibung des Aargauer Jura. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz.* 4te Lief. 1867, p. 191, 201.

(2) P. de Loriol. Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden. *Mém. Soc. pal. Suisse*, t. V, 1878, p. 191.

(3) Contejean. Monographie de l'étage kimméridgien du Jura, de la France et de l'Angleterre (Thèses, Besançon, N° 2, 1859), p. 86.

(4) P. de Loriol, Royer et Tombeck. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. XVI, 1872, p. 165. Dans ce mémoire, la zone à *Aspidoceras orthocera* a été confondue avec le Ptérocérien.

(5) Potier. Carte géol. dét. de la France, feuille Tonnerre.

(6) A. Toucas. Note sur les terrains jurassiques des environs de Saint-Maixent, Niort et Saint-Jean-d'Angely. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XIII (1885), p. 436.

(7) F. Fontannes. Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol, 1879, 1 vol. in-4°.

(8) A. Toucas. Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XVII, p. 729.

(9) A. Toucas. Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *Ibid.*, t. XVIII, p. 566.

corde parfaitement avec celle de Crussol. Entre les calcaires gris à *Oppelia tenuilobata* et les calcaires ruiniformes à *Oppelia lithographica* et *Waagenia hybonota* se trouve une série de 10 mètres de « calcaires en bancs épais, avec *Hoplites Eudoxus*, *Hopl. pseudomutabilis*, *Perisphinctes Eumelus*, *Aspidoceras acanthicum*, etc. ». Il ne saurait y avoir aucun doute au sujet du parallélisme rigoureux entre ces couches et le Virgulien du Boulonnais; si M. Toucas les met au niveau du Ptérocérien, c'est qu'il a vraisemblablement été induit en erreur par la présence d'*Holcostephanus Eumelus*, qui existe, il est vrai, dans le Ptérocérien anglo-parisien, mais qui se rencontre à tous les niveaux du Kimeridgien et ne peut servir à caractériser une zone.

Aucune des Ammonites que j'ai considérées comme propres au Virgulien des régions septentrionales ne se rencontre, à ma connaissance, sur la rive droite du Rhône, mais il y a tout lieu d'admettre que, dans cette région, le Kimeridgien supérieur a été confondu tantôt avec les couches à *Oppelia tenuilobata*, tantôt avec le Portlandien inférieur à *Oppelia lithographica*. Il en est probablement de même dans une grande partie de la province méditerranéenne, tandis qu'en certains points de la même province le Kimeridgien ne s'est pas déposé.

Portlandien inférieur

Aux couches à faune remarquablement uniforme du Kimeridgien supérieur font suite des couches qu'il convient de rapporter au Portlandien inférieur et qui, suivant qu'on les étudie dans le bassin de Paris, dans le Nord de l'Europe (Yorkshire et Russie) ou dans la vallée du Rhône, présentent la plus grande diversité.

Dans le bassin de Paris, le Portlandien inférieur débute par la zone à *Stephanoceras* (1) *portlandicum*, représentée par des calcaires dans le Sud du bassin (Yonne, Haute-Marne), par des grès et des sables dans le Nord (Boulonnais). Les Ammonites caractéristiques de cette zone sont les suivantes : *Stephanoceras portlandicum* Lor., *Gravesianum* d'Orb., *Irius* d'Orb., *Reineckeia autissiodorensis* Cott., etc.

Ainsi que je l'ai fait remarquer il y a quelques années déjà (2),

(1) Je range dans le genre *Stephanoceras* un certain nombre d'espèces portlandiennes et néocomiennes, d'ordinaire classées dans le genre *Holcostephanus*, mais qui ne possèdent pas les constrictions caractéristiques de ce genre et qui ne se distinguent par aucun caractère essentiel de *Stephanoceras coronatum* Schloth., du Callovien.

(2) E. Haug. Article jurassique. *Grande encyclopédie*, 507e livr., p. 330, 1894. — V. aussi : A. Pavlow. The classification of the strata between the Kimeridgian and the Aptian. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LIII (1896), p. 551.

cette faune est une faune essentiellement cryptogène. Nous la retrouvons dans les Charentes, dans le Jura, dans le Sud de l'Angleterre et dans le Hanovre ; en revanche, elle fait défaut dans le Nord de l'Angleterre et en Russie, ce qui semblerait indiquer que son origine n'est pas boréale. Nous verrons plus loin qu'elle n'est pas non plus méditerranéenne.

Le Portlandien inférieur du Boulonnais se continue par une zone à *Perisphinctes Bleicheri* Lor., qui offre un grand intérêt, puisque l'espèce qui la caractérise a été rencontrée en Russie, en plusieurs endroits, par M. Pavlow (1), à la base du « Volgien ».

On peut encore ranger dans le Portlandien inférieur un niveau plus élevé de la série du Boulonnais, caractérisé par la présence de *Cardium morinicum* et d'*Ostrea expansa* et dans lequel M. Pavlow a signalé près de Boulogne plusieurs espèces du genre *Virgatites*, qui, en Russie, est propre aux couches moyennes du Volgien inférieur et qui se retrouve au même niveau à Speeton. Enfin, une dernière zone marine, contenant *Perisphinctes bononiensis* Lor., *giganteus* Sow., *Holcostephanus triplicatus* Blake, se rencontre, d'après M. Pavlow, à la fois à Boulogne et en Russie, à la partie supérieure du Volgien inférieur, mais elle fait défaut à Speeton. J'ajouterai que ces niveaux supérieurs sont inconnus dans le Sud du bassin de Paris, dans le Jura et dans l'Allemagne du Nord.

Les parallélismes que je viens d'indiquer d'après les travaux de M. Pavlow établissent d'une manière irréfutable que le « Volgien inférieur » de Russie correspond rigoureusement à la série portlandienne marine du Boulonnais.

La faune du « Volgien inférieur » est également, au moins en ce qui concerne les Ammonites, une faune cryptogène et, de même que dans le bassin anglo-parisien, on ne peut hésiter à placer une importante limite d'étage immédiatement au-dessus de la zone à *Reineckeia Eudoxus*.

Passons maintenant à la région méditerranéenne. A la montagne de Crussol, les assises supérieures des calcaires du Château renferment, d'après le mémoire de Fontannes, une faune très riche, composée à la fois d'espèces qui se rencontrent déjà dans la zone sous-jacente, ou qui en dérivent directement, et d'espèces qui y apparaissent pour la première fois et qui ne sont pas représentées par des formes voisines dans le Kimeridgien. Parmi ces types

(1) A. Pavlow et G.-W. Lamplugh. Argiles de Speeton et leurs équivalents. *Bull. Soc. Nat. Mosc.*, 1891, p. 181 et suiv.

cryptogènes, qui font entièrement défaut dans le Portlandien du Nord, il convient de citer le groupe de l'*Oppelia lithographica*, celui de l'*Oppelia pugilis*, les *Waagenia* et *Pygope janitor*. Les calcaires ruiniformes du Pouzin, qui reposent sur la zone à *Reineckeia Eudoxus*, renferment la même faune, ainsi qu'il résulte des travaux de M. Toucas.

Sur la rive droite du Rhône, la zone à *Oppelia lithographica* est connue dans un certain nombre de localités, qui sont énumérées par M. Kilian; elle se retrouve en particulier dans les célèbres calcaires massifs de la Porte de France, à Grenoble.

La classification des calcaires à *Oppelia lithographica* du bassin du Rhône a subi bien des vicissitudes. Sans remonter à l'époque où Hébert les plaçait à la base du Néocomien, on les voit classer, tantôt dans le Kimeridgien, tantôt dans le Portlandien.

M. Toucas, qui attribue les couches à *Reineckeia Eudoxus* au Séquanien, est logique avec lui-même lorsqu'il range les calcaires ruiniformes dans le Virgulien. MM. Munier-Chalmas et de Lapparent (1) adoptent la même classification. M. Kilian (2) réunit les couches à *Reineckeia Eudoxus* et les couches à *Oppelia lithographica* en une zone unique des « calcaires massifs », qu'il considère comme kimeridgienne. Dès 1890, ayant placé les couches sous-jacentes dans le Virgulien, j'attribuais implicitement la zone à *Oppelia lithographica* au Portlandien inférieur (3). Depuis, M. Pavlow (4) a adopté la même manière de voir.

Aux raisons stratigraphiques qui militent en faveur de l'attribution de la zone à *Oppelia lithographica* au Portlandien viennent s'ajouter des arguments paléontologiques d'une grande valeur. C'est, d'une part, la découverte, par M. Paquier (5), dans les calcaires massifs de Saint-Pancrasse, de *Stephanoceras Irius* d'Orb. (6),

(1) Munier-Chalmas et de Lapparent. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXI, p. 463, 1894.

(2) W. Kilian. Note stratigraphique sur les environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII, p. 675.

(3) Observations à la suite d'une note de M. Toucas. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XVIII, p. 630, 16 juin 1890.

(4) *loc. cit.*, p. 188.

(5) V. Paquier. Contributions à la géologie des environs de Grenoble. *Trav. labor. géol. Fac. des Sc. Gren.*, t. I (1891), p. 39.

(6) M. Paquier m'ayant soumis cet échantillon en 1890, j'ai reconnu son identité avec l'*Ammonites Irius* figuré par de Loriol et Cotteau du Portlandien de l'Yonne (*loc. cit.*, pl. III, fig. 2). Depuis, M. Kilian (*B. S. G. F.*, t. XXIII, p 675) a déterminé le même échantillon comme *Holcostephanus gracesiformis* Pavl. Cette dernière espèce provient du Néocomien inférieur de Russie et présente une disposition

espèce du Portlandien inférieur du bassin de Paris. C'est, d'autre part, la présence, signalée par M. Pavlow (1), de *Perisphinctes simoceroides* Font., espèce propre à la partie supérieure des « calcaires du Château », dans la zone à *Perisphinctes Bleicheri* de Boulogne.

Quoique Fontannes et Neumayr aient envisagé les couches à *Oppelia prolithographica* de Crussol comme un niveau plus ancien que les calcaires lithographiques de Solenhofen à *Oppelia lithographica*, il semble bien que les deux formations sont à peu près synchroniques. Peu de paléontologistes se décideront à suivre Fontannes dans sa multiplication excessive des espèces et il paraît difficile de ne pas envisager les *Oppelia prolithographica, disceptanda, Valentina, Vertumnus, culminis* de Fontannes comme de simples variétés d'*Oppelia lithographica*. Quant à *Waagenia hybonota* Opp., de Solenhofen, que quelques auteurs considèrent comme une espèce occupant un niveau plus élevé que *Waagenia Beckeri* Neum., des « calcaires ruiniformes » du bassin du Rhône, je ferai remarquer qu'elle a été recueillie au Pouzin dans ces mêmes « calcaires ruiniformes ». Il y a donc lieu de placer les couches de Solenhofen, qui font suite au Kimeridgien à *Reineckeia Eudoxus*, à la base du Portlandien, comme le fait Neumayr (2), et non dans le Virgulien, comme plusieurs auteurs le font encore aujourd'hui (3).

D'ailleurs, les calcaires en plaquettes de Nusplingen et d'Ulm (Jura blanc ζ), qui sont, dans le Wurtenberg, l'équivalent des calcaires de Solenhofen, se trouvent à un niveau bien plus élevé que les couches virguliennes à *Reineckeia Eudoxus* (Jura blanc δ) et contiennent une faune toute différente.

Les couches à *Oppelia lithographica* de Solenhofen doivent donc, comme celles du bassin du Rhône, être synchronisées avec la zone à *Stephanoceras portlandicum* (4), par laquelle, dans le bassin anglo-parisien, dans les Charentes, dans le Jura et dans le Hanovre, débute

des côtes en zigzag sur la face externe, caractère que l'on n'observe pas sur les *Stephanoceras* du Portlandien. MM. Kilian et Paquier ayant bien voulu me confier à nouveau l'échantillon de St-Pancrasse, après un nouvel examen, je n'ai pu que confirmer ma première détermination, sans toutefois vouloir affirmer l'identité de l'*Irius* de Lor. avec l'*Irius* d'Orb.

(1) *Loc. cit.*, p 181.

(2) Erdgeschichte, t. II, p. 319.

(3) E. Renevier. Chronographe géologique, tableau VI, 1897.

(4) Neumayr (Erdgeschichte, II, p. 319) range à tort la zone à *Stephanoceras portlandicum* dans le Kimeridgien et parallélise alors les couches à *Oppelia lithographica* avec des termes plus élevés du Portlandien.

le Portlandien. Ces deux formations parfaitement synchroniques possèdent cependant des caractères paléontologiques très différents, qui indiquent qu'elles appartiennent à deux provinces zoologiques distinctes. L'une et l'autre renferment des éléments cryptogènes, mais ces éléments ne sont certainement pas de même origine, car, jusqu'à présent, on n'a rencontré dans la province méditerranéenne que l'unique exemplaire de *Stephanoceras* trouvé par M. Paquier.

Avant d'aborder l'étude des régions à faciès essentiellement alpin, je rappellerai que M. Kilian (1), dans son ouvrage magistral sur les environs de Sisteron, qui est un véritable « correlation paper » du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, distingue dans le bassin du Rhône, au-dessus de la zone à *Oppelia lithographica*, qu'il appelle zone à *Phylloceras Loryi* et *Aspidoceras acanthicum*, et qui pour lui est virgulienne : 1° une zone à *Perisphinctes contiguus* et *Geron*, ou Tithonique inférieur, et 2° une zone à *Hoplites privasensis* et *Callisto*, ou Tithonique supérieur. Cette même succession se retrouve en plusieurs points de la région méditerranéenne, où les deux zones supérieures ont été depuis longtemps nettement séparées, en particulier dans les monographies classiques de M. Zittel. En ce qui concerne la classification de ces diverses assises, je ferai remarquer que le « Diphyakalk » des Alpes Vénitiennes, tel qu'il fut décrit en 1864 par M. Benecke (2), comprenait surtout, et peut-être exclusivement, des couches qui correspondent à la zone à *Oppelia lithographica*. On sait du reste que M. Benecke fut le premier à signaler la présence d'espèces des couches de Solenhofen dans le « Diphyakalk » et à considérer les deux formations comme synchroniques. J'ajouterai qu'Oppel (3) lui-même avait rangé les calcaires à *Terebratula janitor* de la Porte de France dans son nouvel étage tithonique et que beaucoup d'auteurs ont réuni sous le nom de « Diphyakalk » ou de Tithonique inférieur la zone à *Oppelia lithographica* et la zone à *Perisphinctes contiguus*, qui cependant paraissent pouvoir être distinguées en plusieurs points de la région alpine, en particulier dans le Vicentin (4).

Il n'y a donc pas lieu, comme le fait M. Kilian, d'exclure du « Tithonique », tel que l'a défini Oppel, la zone à *Oppelia lithographica*.

(1) W. Kilian. Envir. de Sisteron, pl. XI.

(2) W. Benecke. Ueber den Jura in Südtyrol. *Neues Jahrb.*, 1864, p. 802-806.

(3) A. Oppel. Die tithonische Etage. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, t. XVII (1865), p. 536.

(4) Munier Chalmas. Etude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin. In-8°. Paris, 1891 (Thèses Fac. Sc. Paris), p. 6.

Tout en attribuant les couches de Solenhofen au Tithonique et tout en les parallélisant avec le Portlandien supérieur du Nord de la France, Neumayr séparait du Tithonique pour les associer aux couches à *Oppelia tenuilobata*, sous le nom d'étage de l'*Aspidoceras acanthicum*, des couches que je considère, pour les raisons que je vais exposer, comme appartenant à la zone à *Oppelia lithographica*.

Le nom de couches à *Aspidoceras acanthicum* fut employé primitivement par M. Benecke pour désigner la partie de l'ancien « calcare rosso ammonitico », dont cet auteur avait reconnu le premier (1) l'équivalence avec la zone à *Oppelia tenuilobata* de Souabe et de Franconie. C'est à ce même niveau que Neumayr rapporta plusieurs des gisements dont il décrivit la faune dans sa monographie célèbre des couches à *Aspidoceras acanthicum*. Mais, à côté de ces gisements, il s'en trouva deux, celui de Campo Roverè, dans les Sette Communi (Vénétie) et celui du Gyilkos-kö, en Transylvanie, que Neumayr rapporta avec raison à un niveau plus élevé et qu'il considéra comme les deux types d'une zone spéciale à *Waagenia Beckeri*, inférieure au Tithonique et synchronique du Kimeridgien supérieur à *Reineckeia Eudoxus*, quoique aucune espèce propre au Virgulien du bassin anglo-parisien n'y ait été rencontrée (2). Neumayr semble avoir été conduit à ce parallélisme par l'examen d'un lot de fossiles d'Immendingen (Grand-Duché de Bade) qui se trouve au Musée de Carlsruhe. Ce lot contient *Waagenia Beckeri* Neum. et *Waagenia Knopi* Neum. et Neumayr indique que ces espèces proviennent « des couches à *Perisphinctes mutabilis*, *Eumelus* et *Eudoxus* ». Comme Neumayr n'a pas recueilli ces fossiles lui-même, qu'il n'indique pas les conditions du gisement et que les frères Würtemberger ne citent rien d'analogue dans le Klettgau, j'en conclus qu'il n'y a pas lieu de se baser sur cette unique indication pour admettre la présence de représentants du genre *Waagenia* dans le Kimeridgien supérieur. J'assimile donc le « calcare incarnato » de Campo Roverè et les couches à *Pygope janitor* de Gyilkos-kö à la zone à *Oppelia lithographica*. Les listes données par Neumayr et par Herbich (3) ne contredisent nullement cette manière de voir et accusent au contraire des affinités indiscutables, aussi bien avec le « Diphyakalk » qu'avec la partie supérieure des calcaires du Château de Crussol, que

(1) W. Benecke. *Loc. cit.*

(2) *Aspidoceras longispinum* Sow., qui a donné son nom à la sous-zone supérieure du Virgulien, s'élève jusque dans le Tithonique.

(3) Fr. Herbich. Das Székler land. *Mitth. aus dem Jahrb. d. k. Ungar. geol. Anst.*, t. V, 2, p. 184.

Neumayr lui-même, ainsi que Fontannes et M. Kilian parallélisent d'ailleurs avec les « couches à *Waagenia Beckeri* ». On doit donc considérer les termes de « zone à *Waagenia Beckeri* » et de « zone à *Oppelia lithographica* » comme synonymes.

Cependant, je dois avouer qu'il est difficile d'indiquer actuellement quel est l'équivalent de la zone à *Reineckeia Eudoxus* dans la partie orientale de la région méditerranéenne. A Gyilkos-kö, en particulier, Herbich distingue un niveau inférieur sans *Terebratula janitor*, qui correspond parfaitement à la zone à *Oppelia tenuilobata*, et un niveau supérieur contenant *Terebratula janitor* et les Ammonites de la zone à *Waagenia Beckeri* de Neumayr. Il est difficile de voir une lacune entre ces deux niveaux et j'admettrais volontiers que le niveau supérieur contient à la fois l'équivalent de la zone à *Reineckeia Eudoxus* et celui de la zone à *Oppelia lithographica*.

Je rangerai également dans cette dernière zone certains gisements des couches à *Aspidoceras acanthicum*, dans lesquels on rencontre déjà une prédominance d'espèces tithoniques, comme par exemple celui de St-Agatha, près Goisern, dans le Salzkammergut, celui de Camerino, dans l'Apennin central, et quelques gisements de Sicile et des Préalpes romandes.

Le terme de « couches à *Aspidoceras acanthicum* », par suite de l'extension que Neumayr lui a donné, a prêté aux plus grandes confusions ; il correspond à un ensemble de couches tout à fait hétérogène, comprenant les équivalents alpins du Séquanien, du Kimeridgien proprement dit et du Portlandien inférieur. Il doit être entièrement abandonné. Il y avait certes la plus grande utilité, à l'époque où Neumayr publiait son mémoire, à insister sur la continuité que présentent les faunes de niveaux successifs. On se rappelle qu'à ce moment la théorie des cataclysmes comptait encore quelques adeptes, qu'il importait avant tout de persuader, en accumulant des exemples d'évolution géologique ininterrompue. Mais aujourd'hui que l'on sait, grâce surtout aux beaux travaux de Neumayr lui-même, que les apparitions brusques de types nouveaux sont dues à des immigrations, il peut être très utile de faire ressortir le plus possible ces apparitions brusques et de mettre nos classifications en harmonie avec des coupures qui existent réellement dans la nature et que l'on n'a plus aucune raison d'atténuer. Quel que soit donc le nombre d'espèces communes aux zones à *Oppelia tenuilobata* et à *Oppelia lithographica*, le nombre des types nouveaux qui font leur apparition dans cette dernière devra prévaloir sur celui des types indigènes persistants, mais l'on devra surtout cesser de

confondre dans une même zone (zone à *Waagenia Beckeri*) deux niveaux successifs (zone à *Reineckeia Eudoxus* et zone à *Oppelia lithographica*), dont le plus ancien ne contient pas encore les éléments cryptogènes qui apparaissent dans le second.

Pour terminer ce qui concerne le Portlandien inférieur, il me reste à examiner les relations qui peuvent exister entre le « Tithonique inférieur » et les formations qui, en Russie, font suite à la zone à *Reineckeia Eudoxus*, formations connues sous le nom de « Volgien inférieur ». Ces relations sont peu nombreuses, car jusqu'à présent on n'a rencontré, dans le Volgien inférieur, comme d'ailleurs dans le Portlandien du bassin anglo-parisien, ni *Phylloceras*, ni *Lytoceras*, ni *Simoceras*, ni *Waagenia*, ni aucun représentant du groupe de l'*Oppelia lithographica*, et, si l'on a considéré le Volgien inférieur comme l'équivalent au moins approximatif du Tithonique inférieur, c'était, jusque dans ces derniers temps, uniquement en vertu du principe qui dit que si deux quantités sont égales à une même troisième elles sont égales entre elles. Nous avons vu, en effet, que l'équivalence du Volgien inférieur et de la série marine du Portlandien du Boulonnais ne peut plus être mise en doute.

Il y a quelques semaines seulement, M. Othenio Abel (1) a publié une découverte extrêmement importante, grâce à laquelle on peut maintenant établir un parallélisme direct entre une partie du Tithonique et le Volgien inférieur.

Les « Klippen » des environs de Niederfellabrunn, dans la Basse-Autriche, sont constituées par des calcaires tithoniques contenant une faune qui est composée à la fois d'éléments du « Tithonique inférieur » et du « Tithonique supérieur » (niveau de Stramberg), mais dans laquelle manquent les espèces caractéristiques de la zone à *Oppelia lithographica*. Dans ces calcaires, qui appartiennent vraisemblablement à un niveau un peu plus ancien que les couches de Stramberg, M. Abel a signalé les formes suivantes, identiques à des types du Volgien inférieur :

Virgatites sp.
Trigonia Kiprianowi Strémooukhov.
Aucella Pallasi Keys. var. *plicata* Lahus.

Quelque intéressante que soit la découverte de M. Abel, je crois cependant que ces éléments volgiens dans le Tithonique de Steina-

(1) Othenio Abel. Die Tithonschichten von Niederfellabrunn in Niederösterreich und deren Beziehungen zur unteren Wolgastufe. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, 1897, p. 343-362.

brunn sont trop peu nombreux pour permettre d'établir un parallélisme précis. Je ne pense pas que l'on soit en droit d'en conclure avec l'auteur que les couches à *Virgatites* inférieures de Russie occupent le niveau du Tithonique supérieur, d'autant plus que la faune étudiée par M. Abel est vraisemblablement un peu plus ancienne que le Tithonique supérieur. La découverte d'Aucelles qui ont pu être identifiées d'une manière certaine avec un type russe vient confirmer, d'après M. Abel, les conclusions que l'on avait tirées de la présence d'*Aucella emigrata* Zitt. dans le Tithonique inférieur de Rogoznik (Carpathes) sur l'existence de communications directes entre la mer alpine et la mer de la Russie centrale.

Portlandien supérieur

Le Portlandien supérieur n'est à l'état de couches marines ni dans le bassin anglo-parisien, ni dans les Charentes, ni dans le Jura, ni dans le Hanovre, de sorte que le parallélisme de son équivalent lacustre, le Purbeckien, avec le Volgien supérieur et avec la partie supérieure du Tithonique ne peut être établi qu'indirectement, en fixant sa limite inférieure et sa limite supérieure.

Nous avons vu que le Portlandien inférieur se terminait dans le Boulonnais par la zone à *Perisphinctes giganteus* et *Holcostephanus Blakei*; il conviendra donc de ranger dans le Portlandien supérieur toutes les assises comprises entre ce niveau et la limite inférieure du Néocomien. Cette dernière, *pour des raisons conventionnelles, historiques*, doit être placée immédiatement au-dessous du Valanginien du Jura. En appliquant cette règle à la Russie, M. Pavlow est arrivé à synchroniser tout le Volgien supérieur et les couches de Speeton, qui contiennent la même faune, avec le Portlandien supérieur saumâtre ou lacustre de l'Europe occidentale. Il n'y a rien à objecter à ce parallélisme.

La comparaison entre le Portlandien anglo-parisien et le Tithonique permet seulement de fixer la limite inférieure de ce dernier et de paralléliser la zone la plus basse des deux séries; il est impossible d'établir par comparaison directe l'équivalence des termes plus élevés; aussi la limite supérieure du Tithonique ne peut-elle être fixée que par la détermination de la limite inférieure du Néocomien, c'est-à-dire en recherchant quel est, dans la région méditerranéenne, l'équivalent exact du Valanginien du Jura. Deux méthodes peuvent conduire à la solution de cette question : la méthode paléontologique et la méthode stratigraphique. La

méthode paléontologique nous montre que plusieurs espèces caractéristiques du Valanginien du Jura se rencontrent dans la zone à *Hoplites neocomiensis* (1) de la région subalpine (2), comme par exemple : *Hoplites Thurmanni* Pict. et Camp., *H. neocomiensis* d'Orb., *Oxynoticeras heteropleurum* Neum. et Uhl. Cette méthode offre aussi l'avantage de fixer en même temps d'une manière précise l'équivalent du Valanginien dans le Nord de l'Allemagne et dans la Russie orientale, car M. Stchirowsky (3) a retrouvé dans le Nord du gouvernement de Simbirsk, dans la zone à *Polyptychites stenomphalus*, *Oxynoticeras Gevrilianum* d'Orb. et *Marcousianum* d'Orb., deux espèces qui se rencontrent avec *Oxynoticeras heteropleurum*, dans le « Hilsthon » du Hanovre (4). La zone à *Hoplites neocomiensis* de la région méditerranéenne et la zone à *Polyptychites stenomphalus* du Nord contiennent donc plusieurs espèces communes et doivent être parallélisées ; elles fournissent un repère excellent, comparable comme importance à la zone à *Reineckeia pseudomutabilis ;* aucun horizon ne convient mieux à la détermination de la limite inférieure du Néocomien, d'autant plus qu'il correspond précisément au Valanginien inférieur du Jura.

La zone à *Hoplites Boissieri*, c'est-à-dire le niveau de Berrias, qui, dans le Midi, se trouve immédiatement au-dessous de la zone à *Hoplites neocomiensis* et surmonte la zone à *Hoplites privasensis* (niveau de Stramberg, « Tithonique supérieur » des auteurs), présenterait, d'après M. Kilian, « un type faunique à cachet crétacé » (5). Tel n'est pas mon avis et je persiste à croire que la faune de Berrias possède des affinités bien plus étroites avec le niveau de Stramberg qu'avec la zone à *Hoplites neocomiensis*.

La zone à *Hoplites Boissieri*, qui, ainsi que M. Kilian l'a démontré,

(1) Je continue provisoirement à désigner sous le nom de *Hoplites* les Ammonites que M. Steuer (*loc. cit.*, p. 38) a séparées sous le nom d'*Odontoceras*, car il semble que ce genre n'a pas été suffisamment séparé d'une part de *Reineckeia*, d'autre part de *Hoplites*.

(2) W. Kilian. Notice préliminaire sur les Ammonites du calcaire du Fontanil (Isère). *Trav. du Labor. de Géol. de la Fac. des Sc. de Gren.*, t. I (1892), p. 223.

(3) W. Stchirowsky. Ueber Ammoniten der Genera *Oxynoticeras* und *Hoplites* aus dem nord-simbirsk'schen Neocom. *Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou*, N. S., t. VII (1893), p. 369-380, pl. XV, XVI.

(4) C. Struckmann. Die Grenzschichten zwischen Hilsthon und Wealden bei Barsinghausen am Deister. *Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.*, 1889, p. 55-79, pl. XI-XIII.

(5) W. Kilian. Note sur les couches les plus élevées du terrain jurassique et la base du Crétacé inférieur dans la région delphino-provençale. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Gren.*, I (1892), p. 169.

est nettement distincte de la zone sous-jacente à *Perisphinctes transitorius*, contient encore un assez grand nombre d'espèces qui se rencontrent non seulement dans ce dernier niveau, mais encore dans le Tithonique. Telles sont, en laissant de côté les espèces que M. Kilian considère comme indifférentes ou banales : *Lissoceras carachtheis* Zeuschn., *L. Staszycsii* Zeusch., *L. tithonium* Opp., *L. elimatum* Opp., *Oppelia macrotela* Opp., *Holcostephanus pronus* Opp., *Aspidoceras cyclotum* Opp., *rogoznicense* Zeuschn., *Pygope triangulus* Lam.

Plusieurs de ces formes, qui ne s'élèvent pas dans le Valanginien, ont un cachet éminemment tithonique. C'est aussi dans le Berriasien que les *Pygope* se rencontrent pour la dernière fois en grande abondance. Je n'attacherais qu'une importance secondaire à la présence de types jurassiques dans la zone à *Hoplites Boissieri*, si, à ce niveau, apparaissaient des types cryptogènes, indiquant une invasion brusque de types non autochtones, à cachet crétacé, mais on ne connaît rien de pareil et la continuité des faunes est parfaite.

La méthode stratigraphique a conduit également M. Kilian à ranger la zone à *Hoplites Boissieri* dans le Crétacé. Il s'est basé sur les faits suivants : 1° existence d'une lentille de calcaire coralligène entre deux bancs de calcaire à ciment de la zone à *Hoplites Boissieri* à Fourvoirie (Savoie) ; 2° terminaison en biseau, vers le sud, du Purbeckien du Jura au milieu du « Tithonique supérieur » (zone à *Hoplites privasensis*) et non dans le Berriasien, à la Cluse de Chailles ; 3° persistance à l'Echaillon du faciès coralligène jusque dans le Valanginien, mais avec faune crétacée dans la partie supérieure ; 4° association d'*Hoplites Malbosi* et de *Natica Leviathan* dans les mêmes couches près de Meyrargues, d'après M. Collot. Les couches de Berrias passeraient donc latéralement, au nord de Grenoble et dans la Basse-Provence, à des couches coralligènes semblables au Valanginien du Jura. Rien ne prouve toutefois que le faciès zoogène qui caractérise la base du Valanginien dans le Jura méridional ne se soit pas établi plus tôt dans le sud du bassin du Rhône que dans le Jura central, où précisément a été pris le type du sous-étage Valanginien et j'ajouterai qu'il est fort probable qu'il en est ainsi (1).

(1) La faune néocomienne marine a envahi graduellement l'Europe occidentale en commençant par le Sud. Le Valanginien ne s'étend pas vers le nord au-delà de la Haute-Marne et, dans le Jura, la mer hauterivienne atteint des points plus septentrionaux que la mer valanginienne comme, par exemple, à Avilley (Doubs), où d'après les observations de M. Kilian, l'Hauterivien repose immédiatement sur l'Astartien.

Pour ces différentes raisons, je me trouve donc, à mon grand regret, dans l'impossibilité de me déclarer convaincu par l'argumentation de mon excellent ami M. Kilian, et je me vois obligé de placer la limite du Jurassique supérieur et du Néocomien entre la zone à *Hoplites Boissieri* et la zone à *Hoplites neocomiensis*, comme l'a fait M. de Lapparent dans les trois éditions successives de son classique « Traité de Géologie ». Cette coupure me paraît la plus conforme à la répartition des groupes d'Ammonites ; de plus, elle semble bien coïncider avec la limite inférieure du Valanginien des environs de Neuchâtel, par conséquent avec la limite historique et conventionnelle.

Il était nécessaire de discuter cette question de limite avant de passer à l'étude comparative du Volgien supérieur de Russie avec les derniers dépôts jurassiques des régions méditerranéennes.

M. Nikitin (1), l'auteur du terme de Volgien, comprenait, en 1888, sous le nom de Volgien supérieur, les assises suivantes (de haut en bas) :

3) Zone à *Holcostephanus nodiger;*
2) Zone à *Holcostephanus subditus;*
1) Zone à *Holc. okensis* et *Oxynoticeras fulgens.*

En créant, en 1881, le terme de Volgien, le même auteur ne rangeait pas encore la zone supérieure dans son nouvel étage et définissait celui-ci de la manière suivante : « toute la masse des couches jurassiques de la Russie centrale qui reposent sur l'argile oxfordienne ». *Par définition*, le terme de Volgien ne peut donc être étendu à des couches crétacées, comme M. Nikitin le fait actuellement (2), et la limite supérieure du Volgien devra, *par définition*, coïncider avec la limite supérieure du système jurassique, telle qu'elle est admise dans la classification générale. Quelles que soient les affinités que présente la faune des couches à *Polyptychites polyptychus* avec celle des couches primitivement rangées dans le Volgien supérieur, M. Nikitin (3) n'est pas en droit de placer ce niveau, particulièrement développé sur les bords de la Petchora, dans le Volgien, puisque son synchronisme avec les couches inférieures du Hils, dont l'âge néocomien est indiscutable et indiscuté, a été reconnu par tous les auteurs récents.

(1) S. Nikitin. Les vestiges de la période crétacée dans la Russie centrale. *Mém. Com. géol.*, t. V, N° 2, p. 184.

(2) S. Nikitin Die Jura-Ablagerungen zwischen Rybinsk. Mologa und Myschkin an der oberen Wolga. *Mém. Acad. Imp. Sc. St-Pétersb.*, 7e sér., t. XXVIII, N°5, p 36.

(3) S. Nikitin. Notiz über die Wolga-Ablagerungen. *Verh. d. kais. Miner. Ges. Petersb.*, t. XXXIV, p. 176, 1897.

J'aborde maintenant la question de l'âge de l'horizon de Riasan, que M. Nikitin ne connaissait pas lorsqu'il créa son étage volgien et que plus tard il parallélisa, hypothétiquement il est vrai, avec le Volgien inférieur (1). Cet horizon a fait récemment l'objet d'un important mémoire de M. Bogoslowsky (2), qui nous renseigne d'une manière très complète sur sa position stratigraphique et sur sa faune.

En plusieurs points du gouvernement de Riasan on observe au-dessus d'une série très complète de dépôts volgiens, dans laquelle le Volgien supérieur est représenté par les trois zones énumérées ci-dessus, et en concordance parfaite avec cette série, une faible épaisseur (0,5—2 m.) de sables glauconieux et de phosphates, qui constituent l'horizon spécial connu sous le nom d'horizon de Riasan et caractérisé par une faune dont il va être question plus bas. L'horizon est recouvert par des couches à *Holcostephanus hoplitoides* et *Holc. Keyserlingi* (3), qui appartiennent au Néocomien inférieur (zone à *Polyptychites polyptychus*). En certains points, l'horizon de Riasan est transgressif et repose même sur le Callovien.

La faune comprend, outre les Aucelles et d'autres Lamellibranches, quelques Brachiopodes, des Bélemnites et de nombreuses Ammonites, parmi lesquelles les *Holcostephanus* ont d'étroites affinités avec les espèces du Volgien proprement dit, tandis que les *Perisphinctes* et les *Hoplites* ne sont représentés par des formes analogues dans aucun autre dépôt jurassique ou crétacé de Russie. En revanche, les espèces appartenant à ces deux genres sont très voisines d'espèces tithoniques ou berriasiennes de la région méditerranéenne et quelques-unes d'entre elles sont même identiques, comme le fait remarquer M. Bogoslowsky. De son côté, M. Kilian (4) a signalé la présence de *Hoplites riasanensis* Lah. dans la zone à *Perisphinctes transitorius* de Chomérac (Ardèche) et il identifie *Hoplites hospes* Bogosl. avec *Hoplites curelensis* Kil., de la zone à *Hoplites Boissieri* des Basses-Alpes. En se basant sur ces analogies, M. Bogoslowsky a attribué l'horizon de Riasan à la zone à *Hoplites*

(1) Vestiges, p. 184.

(2) N. Bogoslowsky. Der Rjasan-Horizont, seine Fauna, seine stratigraphischen Beziehungen und sein wahrscheinliches Alter. *Materialien zur Geol. Russlands*, vol. XVIII (1897), p. 1-157, pl. I-VI.

(3) Ces couches renferment aussi *Hoplites* cf. *Arnoldi* Pict. et Camp., forme presque identique avec une espèce du Valanginien du Jura et de la zone à *Hoplites neocomiensis*.

(4) W. Kilian. Note stratigr. sur les env. de Sisteron. *B. S. G. F.*, t. XXIII, p. 684 et 711.

Boissieri, c'est-à-dire au niveau de Berrias. M. Pavlow (1), par contre, y voit un équivalent tout à la fois de la zone à *Perisphinctes transitorius* et de la zone à *Hoplites Boissieri* et, comme il range cette dernière dans le Néocomien, il se voit obligé de faire passer la limite entre le Jurassique et le Crétacé au milieu de la faible épaisseur de couches que représente l'horizon de Riasan. Dans la classification que j'ai adoptée, cet horizon appartiendrait tout entier au Jurassique et la question de savoir avec laquelle des deux zones supérieures du Portlandien méditerranéen il doit être synchronisé n'offre plus alors qu'un intérêt secondaire. Je crois cependant devoir rappeler que nous connaissons déjà un nombre assez considérable de localités où l'on a signalé des couches contenant un mélange intime d'espèces des deux horizons de Stramberg et de Berrias. Je citerai les suivantes : Cabra (Andalousie) (2), Roverè di Velo (Vénétie) (3), Koniakau (Carpathes) (4), la Boissière (Ardèche), le Claps-de-Luc (Drôme) (5), Aizy-sur-Noyarey (Isère) (6), Théodosie (Crimée) (7). Tandis que plusieurs de ces gisements, et en particulier ceux du bassin du Rhône, correspondent à des couches de passage entre la zone à *Perisphinctes transitorius* et la zone à *Hoplites Boissieri*, d'autres semblent représenter à la fois les deux zones, tandis que d'autres encore appartiennent vraisemblablement à la zone supérieure et contiennent un nombre un peu plus considérable d'espèces de la zone inférieure que ce n'est d'ordinaire le cas. Il est difficile de dire en présence de laquelle de ces différentes alternatives nous nous trouvons pour l'horizon de Riasan.

L'existence de nombreux gisements possédant une faune mixte suffirait à elle seule à démontrer qu'une limite du Jurassique et du Crétacé placée entre les deux zones à *Hoplites transitorius* et à *Hoplites Boissieri* serait on ne peut plus artificielle. On a critiqué avec raison M. Pavlow de mettre cette limite au beau milieu de l'horizon de Riasan. J'ajouterai que c'est à tort que M. Pavlow parallélise la partie de cet horizon qu'il range dans le Crétacé avec

(1) A. Pavlow. On the classification of the strata between the Kimeridgian and Aptian. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LII (1896), p. 548, tableau.

(2) W. Kilian. Mission d'Andalousie, p. 685.

(3) E. Haug. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XVIII, p. 374.

(4) Zittel. Pal. Mitth., II. p. 7. — Munier. Étude du Tithonique, p. 7.

(5) W. Kilian. Note sur les couches les plus élevées du terr. jur., p 167.

(6) A. Gevrey. Note préliminaire sur le gisement tithonique d'Aizy-sur-Noyarey. *Trav. Lab. Géol. Gren.*, t. I (1891), p. 49-55.

(7) O. Retowski. Die tithonischen Ablagerungen von Theodosia. *Bull. Soc. Natur. Moscou*, N. S., t. VII (1893), p. 206-301, pl. IX-XIV.

les couches à *Oxynoticeras Marcousianum* et *Polyptychus stenomphalus*, qui, nous l'avons vu plus haut, correspondent au Valanginien et sont certainement plus récentes que le Berriasien.

Que l'on place l'horizon de Riasan dans la zone à *Hoplites Callisto* ou dans la zone à *Hoplites Boissieri*, ou qu'on l'assimile à l'ensemble de ces deux zones; que, d'autre part, on range le Berriasien dans le Portlandien ou dans le Néocomien, il est certain que l'ensemble de couches sur lesquelles repose immédiatement l'horizon de Riasan et qui seul a été désigné primitivement sous le nom de Volgien supérieur appartient au Jurassique. On doit en conclure, avec M. Pavlow, que le Volgien tout entier est jurassique et qu'aucune de ses parties n'est crétacée. L'opinion de M. Michalski (1), d'après laquelle les couches à *Virgatites*, qui appartiennent au Volgien inférieur, seraient néocomiennes, ne peut plus être prise en considération.

Je dois revenir encore une fois sur la présence, dans les couches tithoniques de Niedersteinabrunn, de fossiles des couches à *Virgatites* inférieures (Volgien inférieur, zone à *Virgatites virgatus*). On se souvient que M. Abel admet le synchronisme de ces couches avec le Volgien le plus inférieur; comme il les classe dans le « Tithonique supérieur » (niveau de Stramberg) et comme, d'autre part, il attribue également l'horizon de Riasan au Tithonique supérieur, il arrive au résultat que tout le Volgien, y compris l'horizon de Riasan, correspond au « Tithonique supérieur » (2), c'est-à-dire à une zone unique du Jurassique supérieur. Cette conclusion paradoxale ne peut toutefois être admise sans restrictions; si l'on range les couches de Niedersteinabrunn dans le Tithonique inférieur et si l'on assimile l'horizon de Riasan au Berriasien, on arrive à un résultat déjà moins invraisemblable, mais on est conduit cependant à paralléliser tout le Volgien supérieur proprement dit (à l'exclusion de l'horizon de Riasan) et peut-être la partie supérieure du Volgien inférieur avec la zone à *Perisphinctes transitorius* (« Tithonique supérieur », horizon de Stramberg), c'est-à-dire avec une zone unique de la région méditerranéenne. Ce résultat nous montre qu'il n'y a pas lieu d'attribuer une très grande importance à la subdivision du Volgien supérieur proprement dit en trois zones successives.

Quoiqu'il en soit du parallélisme détaillé, nous sommes conduits

(1) A. Michalski. Die Ammoniten der unteren Wolga-Stufe. *Mém. Com. géol.*, t. VIII, N° 2, p. 486, 1894.

(2) O. Abel. *Loc. cit.*, p. 360.

au résultat général que le Volgien, *tel qu'il a été défini primitivement*, correspond exactement au Tithonique, *tel qu'il a été défini primitivement*, c'est-à-dire à l'ensemble des couches comprises entre le Kimeridgien supérieur (Virgulien) et le Néocomien inférieur (Valanginien). Le nom plus ancien de Portlandien, — pour peu que l'on étende le sens de ce terme aux parties supérieures saumâtres ou lacustres de l'étage dans le bassin anglo-parisien —, convient parfaitement pour désigner cet ensemble dans la classification générale des terrains sédimentaires : les noms de Tithonique et de Volgien doivent lui céder le pas ; on peut les abandonner entièrement ou en restreindre l'emploi à l'usage local.

Le tableau ci-contre résume les parallélismes adoptés dans les pages précédentes.

Transgressivité et régressivité du Portlandien.

Ce n'est pas avec la seule intention de régler une question de classification que j'ai cherché à bien définir les limites du Portlandien et à établir le parallélisme des différents termes de cet étage dans l'Ouest de l'Europe, dans la région méditerranéenne et en Russie ; il m'a semblé que pour déterminer l'âge exact des mouvements du sol et des oscillations du niveau de la mer, il était indispensable de posséder une chronologie rigoureuse permettant de dater ces phénomènes d'une manière précise.

Si l'on parle d'une « transgression tithonique » il faut pouvoir préciser le moment auquel a eu lieu cette transgression dans une région déterminée ; si l'on parle de la régression du Portlandien dans le Nord, il faut que l'on soit à même d'indiquer à quel niveau du Portlandien cette régression commence à se faire sentir, à quel moment elle atteint son maximum.

Transgression tithonique. — En un certain nombre de points de la région méditerranéenne la succession des couches jurassiques est parfaitement continue et les couches jurassiques supérieures passent insensiblement aux couches néocomiennes. Dans ces cas, il ne peut être question de transgressivité de l'un ou de l'autre terme de la série. Il existe cependant, dans la même région, un certain nombre de points où le « Tithonique » repose immédiatement sur des termes beaucoup plus anciens, le plus souvent sur le Lias ou même sur le Trias, et où les termes moyens de la série jurassique et en particulier le Kimeridgien font entièrement défaut ; ce cas étant particulièrement fréquent dans l'Apennin, les auteurs

SUBDIVISIONS GÉNÉRALES		CENTRE ET SUD EST DE LA RUSSIE	BASSIN ANGLO-PARISIEN	FRANCONIE ET SOUABE	BASSIN DU RHONE	PARTIE ORIENTALE DE LA REGION MÉDITERRANEENNE
Néocomien *s. str.*	Hauterivien	Manque.	Z. à *Hoplites radiatus* (calcaire à Spatangues).	Manque.	Z. à *Crioceras Duvali*. Z. à *Hoplites radiatus*.	Biancone.
	VALANGINIEN	Z. à *Polyptychites polyptychus* et *Pol. Keyserlingi*. Z. à *Polyptychites stenomphalus* & *Oxynoticeras Marcousianum*.	Sables valanginiens sans fossiles (Hte-Marne).	Manque.	Z. à *Hoplites amblygonius* et *Hoplites Arnoldi*. Z. à *Hoplites neocomiensis*.	Biancone.
Portlandien — TITHONIQUE Oppel	SUPÉRIEUR	Volgien supér.: Horizon de Riasan. Z. à *Craspedites nodiger*. Z. à *Cr. subditus*. Z. à *Cr. okensis*.	Purbeckien.	Manque.	Z. à *Hoplites Boissieri* (Berriasien). Z. à *Hoplites Callisto* (Tithonique super., Kilian).	Couches de Koniakau, de Roveré di Velo. Couches de Stramberg.
	INFÉRIEUR	Volgien inférieur: Z. à *Perisphinctes Nikitini*. Z. à *Virgatites virgatus*. Z. à *Perisphinctes Bleicheri*. ?	Z. à *Holcostephanus Blakei*. Z. à *Virgatites scythicus*. Zone à *Perisphinctes Bleicheri*. Zone à *Stephanoceras portlandicum*.	Manque. Z. à *Oppelia lithographica*. (Calcaires de Solenhofen).	Z. à *Perisphinctes contiguus* (Tithonique inf., Kilian). Z. à *Oppelia lithographica* (Calcaires du Château, assises supérieures).	Diphyakalk supérieur. Diphyakalk inférieur et zone à *Waagenia beckeri*
Kimeridgien *s. str.*	SUPÉRIEUR (Virgulien)	Z. à *Reineckeia Eudoxus* et *R. pseudomutabilis* de la Volga.	Sous-zone à *Aspidoceras longispinum* et *Reineckeia Eudoxus*. Sous-zone à *Asp. calctanum*. Sous-zone à *Asp. orthocera*.	Z. à *Reineckeia Eudoxus*. (Weisser Jura δ).	Z. à *Reineckeia Eudoxus*. (Calcaires du Château, assises moyennes).	?
	INFÉRIEUR (Pteroceriens)	Couches à *Cardioceras alternans* (partie supérieure).	Zone a *Pictonia Cymodoce*.	Z. à *Oppelia tenuilobata*, partie supérieure.	Z. à *Oppelia tenuilobata*, partie supér^re. (Calcaires du Château, assises inférieures).	« *Acanthicus*-*Schichten* » *s. str.*

italiens ont signalé depuis assez longtemps dans cette région une « transgression tithonique ». Dans ces dernières années, les exemples analogues se sont multipliés et le moment paraît venu de rechercher si le phénomène présente une certaine généralité. Cependant, au lieu de donner un aperçu complet des régions où la transgression tithonique peut être constatée, je tâcherai surtout d'établir, pour un certain nombre de points, par quel niveau débute la série transgressive.

Je commencerai par les Alpes occidentales.

La transgressivité du Tithonique a été observée il y a un certain nombre d'années au col de l'Argentière, non loin de la frontière franco-italienne, par MM. Portis et Zaccagna; depuis, la superposition des calcaires tithoniques coralligènes, ou des calcaires rognonneux (marbres de Guillestre) de même âge, au Trias, au Lias ou au Dogger a été signalée par M. Kilian (1) en de nombreux points de la zone du Briançonnais. En plusieurs endroits M. Kilian a pu constater une discordance angulaire et la découverte de fossiles caractéristiques est venue confirmer l'âge tithonique de ces calcaires; les calcaires de Guillestre, en particulier, contiennent des fossiles qui indiquent la présence de la zone à *Oppelia lithographica*.

La même transgression semble exister vers le sud-est, dans la continuation de la zone du Briançonnais, tandis que, au nord du Galibier, le Jurassique supérieur des chaînes intérieures a partout été enlevé par les agents atmosphériques.

Dans les chaînes extérieures, en particulier dans la zone du Chablais, la transgressivité du « Malm » et sa superposition immédiate au Trias, au Lias ou aux couches à *Mytilus* ont été observées en plusieurs points par MM. Hans Schardt, Rittener et Lugeon, mais les données paléontologiques ne permettent pas encore la détermination précise de l'âge de la série transgressive.

Dans les Alpes orientales la transgression tithonique a été constatée à la fois sur le versant nord et sur le versant sud. Dans le Salzkammergut, M. von Mojsisovics (2) a signalé, dès 1868, la superposition immédiate au Trias ou au Lias d'une masse puissante de couches tithoniques, qui débute par une brèche bigarrée

(1) W. Kilian. Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XIX, p. 613 et 628. — Id. Note stratigraphique sur les environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII, p. 687.

(2) E. von Mojsisovics. Ueber den Malm des Salzkammergutes. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, 1868, p. 124-128.

marmoréenne, contenant une faune que Neumayr (1) attribue aux « couches à *Aspidoceras acanthicum* », mais que la présence de *Terebratula rupicola* Zitt., de *Phylloceras ptychoicum* Qu. et d'autres espèces tithoniques me porte à attribuer plutôt à la zone à *Oppelia lithographica*.

Dans le Tyrol méridional, à l'Alpe Puez, j'ai reconnu (2) la superposition immédiate de couches tithoniques à des couches vraisemblablement liasiques. La série commence par des assises correspondant au « Tithonique supérieur » et au Berriasien. Non loin de là, dans les montagnes de Fanes, les mêmes couches reposent sur des couches rouges qui doivent être assimilées à toute la partie inférieure du Portlandien alpin. C'est donc tantôt la base de l'étage, tantôt le sommet qui est transgressif.

Dans l'Apennin, la transgression tithonique a été établie par de nombreux auteurs (3) ; mais dans cette région, aussi bien qu'en Calabre, le Jurassique supérieur transgressif est représenté par des calcaires coralligènes à *Ellipsactinia*, dont l'âge ne peut être indiqué que d'une manière approximative. Cependant près de Camerino la série transgressive débute par des couches que M. Canavari (4) assimile maintenant aux « couches à *Acanthoceras acanthicum* », mais que je suis disposé à attribuer plutôt à la zone à *Oppelia lithographica*, à cause de la présence d'*Oppelia pugiloides*, voisine d'*Oppelia pugilis*, et d'*Holcostephanus Stenonis*.

En Tunisie, les observations de M. Aubert et celles que M. Ficheur et moi (5) avons pu faire dans une excursion rapide, ont établi la superposition directe, soit au Lias soit à l'Oxfordien, du niveau de Stramberg ou du niveau de Berrias, ou encore celle de calcaires zoogènes à Ellipsactinies à ces mêmes terrains.

Dans l'Est de la région méditerranéenne on connaît également des exemples de transgressivité du Tithonique. C'est ainsi que dans le Péloponnèse des calcaires coralligènes du Jurassique supérieur semblent reposer directement sur le Trias (6). Dans le Banat, la

(1) M. Neumayr. Die Fauna d. Sch. mit Asp. acanth., p. 150.

(2) E. Haug. Die geologischen Verhältnisse der Neocomablagerungen der Puez Alpe bei Corvara in Südtirol. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.*, 1887, p. 255, 268, 270.

(3) V. notamment : B. Lotti. Les transgressions secondaires dans la chaîne métallifère de la Toscane. *Proc. verb. Soc. belge Géol., Pal., Hydrol.*, 29 mai 1889, t. III, p. 279-285.

(4) M. Canavari. La fauna degli strati con *Aspidoceras acanthicum* di Monte Serra presso Camerino. *Palæontogr. italica*, t. II (1896), p. 25-32.

(5) Voir E. Haug. Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie. *Assoc. Franç. Avanc. Sc.* Congrès de Saint-Etienne, t. II, 1898.

(6) H. Douvillé. Sur une Ammonite triasique recueillie en Grèce. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIV, p. 800.

discordance angulaire du Tithonique sur les « couches de Klaus » et sur le Lias a été figurée par M. Tietze (1). Dans les Carpathes Roumaines, tout récemment, M. Popovici-Hatzeg (2) a observé la superposition directe, soit sur le Dogger, soit sur les schistes cristallins, de calcaires correspondant à la fois, par leur faune, au niveau de Stramberg et au niveau de Berrias. Dans une région voisine, au Gyilkos-kö, les mêmes calcaires paraissent reposer sur des couches glauconieuses représentant la zone à *Oppelia lithographica* et intimement reliées à des couches de même faciès représentant la zone à *Oppelia tenuilobata* (v. plus haut).

En Crimée, la transgression du Tithonique supérieur et l'existence de mouvements orogéniques immédiatement antérieurs à cette transgression ont été établis par M. Sokolow (3). Enfin, dans le Caucase septentrional, la transgressivité du Tithonique et le passage insensible du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur ont été mis en évidence par M. Fournier (4).

En résumé, la « transgression tithonique » se manifeste, en beaucoup de points de la région méditerranéenne, dès le début de la période portlandienne. Elle coïncide ainsi avec l'arrivée, dans le Sud de l'Europe, d'une faune cryptogène. Elle s'accentue davantage vers la fin de la période, de sorte que, en plusieurs endroits (Alpe Puez, Tunisie, Carpathes Roumaines, Crimée), c'est par le niveau de Stramberg que commence la série transgressive, qui comprend tout le Néocomien. Enfin, j'ajouterai que, dans la région jurassienne et dans le Sud du bassin de Paris, c'est seulement au Néocomien que ces territoires sont envahis par la transgression des eaux méditerranéennes.

Transgression volgienne. — Tandis que dans la région méditerranéenne, comme nous venons de le voir, les points sont nombreux où le Portlandien inférieur repose immédiatement sur

(1) E. Tietze. Geologische und paläontologische Mittheilungen aus dem südlichen Theil des Banater Gebirgsstockes. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.*, t. XXII (1872), p. 99.

(2) V. Popovici-Hatzeg. Note préliminaire sur les calcaires tithoniques et néocomiens des districts de Muscel, Dimbovitza et Prahova (Roumanie). *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXV, p. 549-553, 1897.

(3) W. Sokolow. Vorläufiger Bericht über die geologischen Erforschungen des Jura in der Krim (en russe). *Matér. géol. Russie*, t. XII (1885). V. *N. Jahrb.*, 1887, I, p. 96.

(4) E. Fournier. Description géologique du Caucase central (Thèses, Paris). Marseille, 1896. In-4°, p. 121.

des couches plus anciennes que le Kimeridgien, il n'en est pas de même en Russie. Dans ce pays, partout où le « Volgien inférieur » est représenté par les couches à *Virgatites virgatus*, ces couches font suite presque toujours au Kimeridgien le plus typique, caractérisé par la présence de *Reineckeia Eudoxus*, *Rein. pseudomutabilis* ou de formes voisines. Il existe peut-être une lacune entre les deux horizons, car l'on ne rencontre nulle part la zone à *Stephanoceras portlandicum* de l'Europe occidentale et la zone à *Perisphinctes Bleicheri* n'est représentée que localement. L'existence de cette lacune est rendue vraisemblable par le fait que, dans la Russie centrale, le « Volgien inférieur » débute par un conglomérat de base (1), associé à des concrétions de phosphate de chaux et à des faluns. Les couches kimeridgiennes paraissent avoir été détruites par places; dans le gouvernement de Riasan, par exemple, les couches à *Virgatites* reposent immédiatement sur des argiles micacées à *Cardioceras alternans* (Rauracien ou Séquanien) (2). La discontinuité paléontologique, entre le Kimeridgien et les couches qui lui font suite, est encore plus manifeste que la discontinuité stratigraphique, car les Ammonites de la zone à *Virgatites virgatus* sont certainement immigrées, comme l'a démontré M. Michalski (3).

Le Volgien supérieur est généralement en retrait par rapport au Volgien inférieur et la zone supérieure à *Craspedites nodiger* fait souvent défaut (4); dans la région de la Petchora (5) les dépôts néocomiens à *Polyptychites polyptychus* reposent même immédiatement sur le Volgien inférieur, caractérisé par la présence du groupe du *Perisphinctes dorsoplanus*, mais dépourvu de *Virgatites* (6).

Dans la région de l'Oural, autant que les documents très défectueux permettent d'en juger, les relations stratigraphiques semblent être précisément inverses de ce qu'elles sont dans les pays de plaines. Le Volgien inférieur n'y a pas encore été signalé, si ce n'est dans la région méridionale (gouvernement d'Orenbourg); en revanche, le Volgien supérieur à *Craspedites okensis* existe dans l'Oural septentrional par 62° lat. N., recouvert par le Néocomien (7),

(1) Nikitin. Vestiges, p. 192.
(2) Bogoslowsky. *Loc. cit.*, p. 139.
(3) Michalski. *Loc. cit.*, p. 494.
(4) Nikitin. Vestiges, p. 202.
(5) Th. Tschernyschew. Travaux exécutés au Timane en 1890. *Bull. Com. géol.*, t. X (1891), p. 95-147.
(6) Michalski. *Loc. cit.*, p. 467, 495.
(7) S. Nikitin. Ueber das Vorkommen der oberen Wolga-Stufe und des Neocom im Norden. *N. Jahrb.*, 1888, I, p. 173. — V. aussi : A. Pavlow. *Ann. geol. univers.*, t. VI, p. 458.

ainsi qu'il ressort des notes préliminaires de M. Fedorow, et les mêmes couches ont été rencontrées par M. Tullberg dans la Nouvelle Zemble (1).

Il est vraisemblable que la transgression du Volgien supérieur dans l'Oural septentrional a permis l'arrivée, dans les mers de la Russie centrale, d'une série de Céphalopodes, entièrement étrangers au Volgien inférieur et manifestement d'origine boréale (*Craspedites, Oxynoticeras*). En revanche, la faune des couches à *Virgatites* ne possède nullement le caractère boréal et semble avoir pénétré en Russie par la région caspienne, comme l'a montré M. Michalski (2).

La fin de la période portlandienne est encore caractérisée localement par une transgression qui se manifeste dans le gouvernement de Riasan. D'après M. Bogoslowsky l'horizon de Riasan serait, en effet, nettement transgressif et reposerait quelquefois même sur le Callovien (3). L'apparition d'une faune à affinités méditerranéennes coïnciderait donc avec un mouvement positif et ce mouvement serait du même âge que le mouvement dans le même sens que nous avons constaté, dans la région alpine, au niveau des couches de Stramberg et au Berriasien.

Enfin, les régions boréales sont le théâtre d'une transgression néocomienne, comparable à celle que l'on observe dans le Jura, dans le bassin de Paris, dans le Nord de l'Allemagne. J'ai déjà mentionné la superposition directe du Néocomien au Volgien inférieur dans la Petchora; dans la Sibérie septentrionale, les mêmes couches à Inocérames et à *Polyptychites polyptychus* (4), considérées autrefois à tort comme jurassiques, reposent sur des couches à plantes d'âge jurassique ou sur des formations beaucoup plus anciennes et, jusqu'à présent, on n'a signalé à l'est de la Nouvelle-Zemble, aucun sédiment marin d'âge jurassique. Cette grande transgression boréale correspond à l'invasion d'une faune nouvelle qui s'étend vers l'ouest par l'Allemagne du Nord jusque dans le

(1) S.-A. Tullberg. Ueber die Versteinerungen aus den Aucellen-Schichten Novaja-Semlias. *Bihang till k. Svenska Vet. Akad. Handl.*, vol. VI, 1881, N° 3, p. 4.

(2) Michalski. *Loc. cit.*, p 495. L'absence totale de couches à *Virgatites* dans tout le Nord de la Russie et en Sibérie condamne entièrement l'hypothèse d'après laquelle le genre *Virgatites* serait d'origine boréale. Pour des raisons analogues, le caractère boréal du genre *Belemnitella* ne peut plus être admis.

(3) Bogoslowsky. *Loc. cit.*, p. 140.

(4) Fr. Schmidt. Wissenschaftliche Resultate der Mammuth-Expedition. *Mém. Acad. Imp. Sc. St-Pétersb.*, 7e sér., t. XVIII, N° 1, 1872, p. 1-168, pl. I-III. — J. Lahusen. Die Inoceramen-Schichten an dem Olenek und der Lena. *Ibid.*, t. XXXIII, N° 7, 1886, p. 1-13, pl. I-II.

Yorkshire et vers l'est jusqu'en Californie, comme on le verra plus loin.

La grande transgression néocomienne des régions du Nord atteint son maximum avec le Barrémien (couches à *Simbirskites versicolor*) et s'étend vers le sud jusqu'à Moscou et Simbirsk, où manquent les dépôts néocomiens proprement dits.

Régression portlandienne. — On n'a signalé aucun point dans l'Europe occidentale où le Portlandien inférieur soit transgressif et dans une grande partie de cette région le Portlandien est marqué, comme l'on sait, par une phase négative, aboutissant à la formation de lagunes ou de lacs. On ne peut même s'expliquer que difficilement comment à cette époque les eaux qui baignaient le Yorkshire communiquaient avec les eaux russes.

Pour le Portlandien inférieur la difficulté n'est d'ailleurs pas moindre, car, si l'on conçoit aisément une communication du Yorkshire et du Boulonnais par le Nord de l'Allemagne, avec la Pologne, où il existe des couches à *Virgatites* étudiées par M. Michalski, on a plus de peine à expliquer comment la Pologne communiquait avec le Sud-Ouest de la Russie et l'on est obligé d'admettre que. dans toute la région du Dniepr, du Donetz et de Manguichlak, par où se faisait probablement la communication (1), les dépôts volgiens ont été détruits avant l'arrivée de la mer du Crétacé supérieur. Toute autre interprétation doit être rejetée, car M. Nikitin (2) a bien établi le caractère littoral des dépôts volgiens sur la limite sud-est du bassin de la Russie centrale et a ainsi démontré l'impossibilité d'une communication directe avec la Pologne. Au Portlandien supérieur, grâce au retrait général de la mer dans les régions du Nord, la communication entre l'Ouest et l'Est de l'Europe par l'Allemagne septentrionale devait être très imparfaite. Elle redevient facile avec la transgression du Néocomien, si bien que certaines espèces se rencontrent dans toutes les mers de l'Europe.

Beaucoup d'auteurs ont déjà insisté sur le fait que la régression du Portlandien dans le Nord de l'Europe est en quelque sorte com-

(1) Dans toute la bande qui comprend les régions plissées de Kielce-Sandomiercz, de Kanew, du Donetz et de Manguichlak, et dont l'unité tectonique a été reconnue par M. Karpinsky (Sur les mouvements de l'écorce terrestre dans la Russie d'Europe, *Annales de Géogr.*, N° 20, p. 184, fig. 13, 15 janv. 1896), les dépôts jurassiques présentent une remarquable uniformité.

(2) Nikitin. Vestiges, p. 201. J'ajouterai que, d'après M. Michalski (*loc. cit.*, p. 496), les couches à *Virgatites* de Pologne ont plus d'analogies avec celles d'Orenbourg et de Samara qu'avec celles des environs de Moscou.

pensée par une transgression dans le Midi. Il est possible actuellement de serrer ce phénomène intéressant d'un peu plus près et l'on peut affirmer, dès à présent, que le maximum de la transgression tithonique qui se manifeste au moment où se déposent les couches de Stramberg, coïncide avec le maximum de la régression du Portlandien du Nord, avec la phase saumâtre du Purbeckien, ainsi qu'avec la régression du Volgien supérieur dans la Russie centrale.

On peut affirmer également que, dans le Midi, la transgression tithonique est localisée à des régions qui ont été le théâtre de mouvements orogéniques pendant le cours de la période jurassique, c'est-à-dire à des régions sur l'emplacement desquelles se produiront plus tard les plissements alpins. La régression du Portlandien atteint, par contre, son maximum dans des régions d'ancienne consolidation qui, comme la Meseta Ibérique, les horsts de l'Europe centrale et les plaines de la Russie, ne seront pas affectées par ces mêmes plissements.

Dans les régions qui sont situées en dehors du système alpin proprement dit, mais qui subiront tout de même à l'époque tertiaire le contrecoup des plissements alpins, comme dans le Jura et dans le Hils, l'interruption de la série marine n'est que de courte durée et la transgression infracrétacée se manifeste dès la base du Valanginien, tandis que la Russie centrale et le Sud de l'Angleterre ne sont atteints par cette même transgression qu'au Barrémien, c'est-à-dire à un moment où les eaux sont déjà en régression dans la région alpine.

Nous avons vu plus haut que l'Oural se comportait à l'époque du Jurassique supérieur tout différemment du Plateau russe et que, à l'inverse de ce qui se passe dans cette région, le Volgien supérieur est transgressif, tandis que le Volgien inférieur est absent. Dans l'Oural, le maximum se produit, comme dans le système alpin, vers la fin du Portlandien, et l'on peut se demander si l'Oural ne se comporte pas comme un rameau dévié de ce système (1).

Ce n'est pas seulement en Europe que se manifeste le contraste existant entre les régions plissées ultérieurement et caractérisées

(1) C'est également dans l'Oural septentrional que l'on rencontre du Crétacé supérieur à *Baculites* transgressif (V. A. Karpinsky. Versant oriental de l'Oural. Guide des excursions du septième congr. géol. intern., 1897, V, p. 13). Quant au raccordement de l'Oural et de son prolongement méridional, les monts Mogoudjares, avec le Tian Chan, c'est-à-dire avec le faisceau des chaînes de l'Asie centrale, il semble qu'il se fasse à la fois par le Kara-tau et par le Bukan-tau et le Nura-tau.

par une transgression portlandienne et les régions d'ancienne consolidation caractérisées par une régression de même âge; nous allons voir que dans les autres parties du monde le contraste est non moins évident.

Répartition du Portlandien en dehors de l'Europe. — On sait que la transgression cénomanienne s'étend aussi bien sur le continent nord-américain et sur une partie du continent africain que sur le continent brésilien, sur la péninsule indoue et sur l'Australie; on sait qu'avec de moindres proportions la transgression médiojurassique et la transgression de l'Eocène inférieur s'étendent sur les mêmes régions; on est d'autant plus frappé de voir que la transgression portlandienne ne se manifeste sur aucun de ces anciens continents et que les dépôts portlandiens ou tithoniques sont même entièrement inconnus sur toutes ces masses (1), dont l'individualisation semble remonter à la période primaire. Le Portlandien du type méditerranéen n'est connu actuellement en dehors de l'Europe que dans un certain nombre de points très distants les uns des autres mais identiques comme situation par rapport aux masses continentales : dans la Nouvelle-Zélande et dans la grande Cordillère qui borde à l'est l'Océan Pacifique, ainsi que dans le géosynclinal qui sépare l'Afrique continentale de Madagascar (Mombassa). Le Tithonique de ces diverses régions présente les plus grandes analogies avec le Tithonique alpin et cette ressemblance se trouve encore accentuée par le fait que l'on ne connaît pas dans ces mêmes régions de Kimeridgien bien caractérisé. Les rares affleurements de Kimeridgien que l'on a signalés en dehors de l'Europe sont presque tous situés dans des régions continentales (Liban, Choa, Cutch).

Mais les analogies entre la région alpine et la Cordillière américaine vont encore plus loin. En Californie, d'importants mouvements orogéniques ont eu lieu vers la fin de la période jurassique ; la plupart des auteurs (Whitney, Fairbanks, Diller, Stanton, Perrin Smyth) sont en effet d'accord pour admettre le soulèvement antécrétacé de la Coast Range et de la Sierra Nevada ; d'après MM. Diller et Stanton (2), il s'est formé entre ces deux chaînes un géosynclinal qui correspond à peu près à la vallée actuelle du Sacramento et

(1) A l'exception de la péninsule indoue, où la série jurassique, qui commence par le Bathonien, se termine par des conglomérats appartenant au Portlandien inférieur.

(2) J.-S. Diller and T.-W. Stanton. The Shasta-Chico Series. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. V (1894), p. 457.

dans lequel s'est déposée la série complète des formations crétacées. Le terme le plus inférieur de cette série, les « Knoxville beds », repose en discordance angulaire sur la série jurassique plissée. Grâce à des travaux paléontologiques publiés dans ces dernières années, on peut aujourd'hui préciser l'âge des couches plissées les plus récentes et celui des couches les plus anciennes de la série transgressive.

Si dans la Coast Range on ne peut déterminer que très approximativement l'âge jurassique de la « Franciscan Series » (1), dans la Sierra Nevada, les travaux de MM. Perrin Smith et Hyatt (2) montrent, par contre, que la série plissée des « Gold Belt Slates » n'est pas plus récente que le Kimeridgien, puisqu'elle renferme un *Cardioceras* (*C. dubium* Hyatt), genre qui ne monte pas dans le Portlandien, et que le reste de la faune possède également des affinités plutôt séquaniennes et kimeridgiennes, de sorte que l'opinion de M. Hyatt, d'après laquelle les « Gold Belt Slates » monteraient jusque dans le Tithonique, ne paraît pas justifiée.

Les « Knoxville Beds », par lesquels débute la série postérieure au plissement, ont fait l'objet d'une monographie paléontologique due à M. Stanton (3). Dans la faune étudiée par cet auteur on constate la présence d'un certain nombre d'espèces qui rappellent des types du Néocomien de Russie, telles que : *Aucella crassicollis* Keyserl., *Aucella Piochi* Gabb, *Belemnites Tehamaensis* Stant., *Belemnites impressus* Gabb., *Holcostephanus mutabilis* Stant., aussi les couches de Knoxville ont-elles depuis longtemps été parallélisées avec le Néocomien d'Europe. Cependant, le travail de M. Stanton contient en outre plusieurs *Hoplites*, décrits comme espèces nouvelles, mais qui sont très voisins d'espèces du niveau de Stramberg, quelques-uns d'entre eux étant même très vraisemblablement identiques à ces dernières. Il ne peut donc y avoir aucun doute que la partie inférieure des « Knoxville-beds » correspondе au Portlandien supérieur de la région méditerranéenne. *Cette constatation nous montre que le plissement des chaînes californiennes a eu lieu immédiatement après le dépôt du Kimeridgien et avant*

(1) Andrew C. Lawson. Sketch of the Geology of the San Francisco Peninsula. *15th Ann. Rept. U. S. Geol. Surv.*, 1895. p. 405-476.

(2) J. Perrin Smith. Age of the Auriferous Slates of the Sierra Nevada. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, t. V (1894). p. 243-258. — Alpheus Hyatt. Trias and Jura in the Western States. *Ibid.*, p. 395-434.

(3) T.-W. Stanton. Contributions to the cretaceous paleontology of the Pacific Coast : The Fauna of the Knoxville Beds. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, N° 133, 1895, 132 p., 20 pl.

le Portlandien supérieur. Le résultat auquel sont arrivés les auteurs californiens dans la détermination de l'âge de ce plissement doit donc être légèrement modifié, cet évènement devant être reporté à une époque un peu antérieure au début de la période crétacée. Comme dans la région méditerranéenne, il existe en Californie une discordance entre le Kimeridgien et le Portlandien et cet étage passe insensiblement au Néocomien.

Les Knoxville-beds possèdent une grande extension géographique vers le nord, on les connaît dans l'Orégon, dans l'état de Washington, dans la Colombie britannique et jusque dans l'Alaska et partout ils reposent en discordance sur une série plissée, mais actuellement les preuves paléontologiques de l'âge portlandien d'une partie de ces couches dans des régions situées au nord de la Californie font encore défaut.

Au Mexique, une faune nettement tithonique a été recueillie, dans la Sierra de Catorce, par MM. del Castillo et Aguilera (1), dans des grès et des schistes, qui font suite à des schistes métamorphiques d'âge indéterminé et qui supportent en concordance des schistes néocomiens à Aucelles.

Enfin, dans les Andes Argentines, M. Bodenbender (2) a observé, en particulier dans la Sierra Malargue, la superposition directe à des grès du Dogger de calcaires renfermant une riche faune tithonique (étudiée par M. Steuer) et passant insensiblement vers le haut au Néocomien.

Il résulte de l'ensemble de ces faits que, non seulement dans la région alpine, mais encore en dehors de l'Europe, dans des régions qui ont été affectées par des plissements contemporains de la formation du système alpin, il s'est produit des mouvements orogéniques antérieurs au Portlandien, suivis d'une transgression de cet étage, due vraisemblablement à un enfoncement de la région plissée. Comme en Europe, cette transgression paraît avoir été accompagnée d'une régression des mers sur les masses continentales voisines, le Portlandien supérieur n'existant nulle part à l'état marin sur ces régions d'ancienne consolidation. Il semble que la compensation de la transgression portlandienne par une régression de même âge dans deux régions de structure et d'histoire différentes, compensation signalée depuis longtemps en Europe, soit un phénomène universel.

(1) Antonio del Castillo y Jose G. Aguilera. Fauna fosil de la Sierra de Catorce (San Luis Potosi). *Bol. Com. geol. de Mexico*, N° 1 (1895).

(2) Steuer. Argentinische Jura-Ablagerungen. *Palæont. Abh. v. Dames u. Kayser*, vol. VII, N° 3 (1897), p. 13.

Je pourrais mettre en évidence, comme l'a fait déjà, pour l'Europe, M de Grossouvre (1), des compensations de même ordre pour d'autres formations géologiques (Trias supérieur, Sénonien, Eocène moyen, etc.) et démontrer leur universalité; je pourrais également faire voir que les grandes transgressions, dont la généralité a été constatée sur les masses continentales (Bathonien-Callovien, Cénomanien, Eocène inférieur, etc.) sont compensées et même déterminées par des régressions, dues à des mouvements orogéniques, dans les géosynclinaux à sédiments de caractère alpin. Mais la discussion de ces questions est en dehors du cadre du présent travail et je me propose d'y revenir dans une note prochaine; je me suis contenté d'établir aujourd'hui la généralité de la seule transgression portlandienne.

Si l'existence de la transgression portlandienne dans *toutes* les régions dont l'histoire a été la même que celle des Alpes était généralement reconnue et s'il était prouvé que *partout*, dans ces mêmes régions, le Portlandien et le Néocomien sont en continuité stratigraphique et paléontologique, on pourrait se demander si, de ce chef, la limite entre le système jurassique et le système crétacé ne devrait pas être modifiée, et si, comme le faisait Hébert, on ne devrait pas rattacher le Tithonique au Crétacé. La discussion de cette question me paraît actuellement oiseuse, car on ne pourra lui donner une solution satisfaisante que du jour où l'on aura accordé définitivement la préférence soit aux limites stratigraphiques basées sur les transgressions que l'on observe dans les géosynclinaux, soit à celles qui correspondront aux transgressions sur les masses continentales.

M. **Ph. Glangeaud** présente les observations suivantes :

Je désirerais ajouter à l'intéressante communication de M. Haug : que dans les Charentes la limite du Kimeridgien et du Portlandien est des plus nettes, tant au point de vue faunique qu'au point de vue pétrographique. Ce sont en effet des couches à *Stephanoceras gigas, gravesianum*, *Irius* et *Perisphinctes rotundus* qui succèdent à des couches à *Aspidoceras Lallierianum* et *longispinum* et, sur une assez grande étendue vers Angoulême, les assises à *Asp. longispinum* sont surmontées de calcaires oolithiques à *Nerinæa trinodosa* avec petits îlots récifaux intercalés.

Le *Portlandien* des Charentes de même que le Portlandien du Nord de l'Europe est en régression.

(1) A. de Grossouvre. Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol. *C. R. Acad. Sc.*, 5 févr. 1894.

SUR DES PYCNODONTES ET DES SQUALES DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU BASSIN DE PARIS (TURONIEN, SÉNONIEN, MONTIEN INFÉRIEUR)

par M. **F. PRIEM.**

(PLANCHE II).

SOMMAIRE

Cœlodus attenuatus n. sp. — *Cœlodus* sp. — *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. — *Corax pristodontus* variété *plicatus*. — *Oxyrhina ?* sp. — *Scapanorhynchus ?* (*Odontaspis*) *subulatus* Agassiz sp. — Résumé relatif aux espèces précédentes. — Faune ichthyologique du Montien inférieur du bassin de Paris.

J'ai eu l'occasion d'étudier des fragments de dentition de Pycnodontes du Crétacé supérieur du bassin de Paris. Une fort belle pièce provient du Turonien du département de la Sarthe. Les autres Pycnodontes proviennent du Mont-Aimé et de Vertus (Marne). Les couches de ces dernières localités appartiennent à la limite supérieure du Crétacé. Elles sont formées d'un calcaire improprement appelé « calcaire pisolithique ». Il s'agit, en réalité, comme l'a montré M. Munier-Chalmas, professeur de géologie à la Sorbonne, de calcaires concrétionnés à *Lithothamnium*; ce sont les individus de *Lithothamnium* qui ont été désignés à tort sous le nom de pisolithes. Ces calcaires sont placés par M. Munier-Chalmas à la partie inférieure de l'étage montien (ainsi appelé du calcaire de Mons qui forme sa partie supérieure). Cet étage doit être regardé, d'après les études paléontologiques, comme plus récent que le Danien (calcaires de Faxó et de Saltholm); il termine le Crétacé et sa faune de Mollusques a quelques rapports avec celle du Tertiaire inférieur (1).

J'ai examiné en outre quelques dents de Squales provenant du Mont-Aimé, de Vertus et du Sénonien supérieur de Meudon.

Les Pycnodontes étudiés ici appartiennent aux deux genres *Cœlodus* et *Anomœodus*.

(1) MUNIER-CHALMAS. Note préliminaire sur les assises montiennes du bassin de Paris. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, 1897, p. 82-91, 3 fig.

Cœlodus attenuatus, n. sp.

(Pl. II, fig. 1).

Dans le genre *Cœlodus* Heckel, chaque moitié de la mandibule présente trois séries longitudinales de dents. Les dents les plus externes sont arrondies avec une légère dépression au centre et elles ont une tendance à se subdiviser ; la série moyenne est formée de dents plus grandes allongées dans le sens transversal avec un sillon linéaire plus ou moins net. La série interne est formée des dents les plus grandes, très allongées dans le sens transversal avec un sillon souvent très peu accusé ou absent. Il faut ajouter que les dents ne sont pas disposées, comme chez *Anomœodus*, en séries fortement obliques sur l'axe longitudinal de la mandibule, elles sont directement transverses ou très peu obliques.

M. Munier-Chalmas, professeur de géologie à la Sorbonne, a eu l'obligeance de me permettre d'étudier un bel exemplaire de dentition de Pycnodonte qui lui avait été envoyé par M. le docteur Cousturier, conseiller général de la Sarthe. Il provient du Turonien de la commune de Dissé sous le Lude (Sarthe).

L'exemplaire consiste en une moitié gauche presque complète de la mandibule. La partie la plus antérieure et une partie du bord externe manquent. Il y a trois rangées de dents : une rangée interne de grandes dents allongées dans le sens transversal et comprenant six dents avec deux débris en avant, une rangée moyenne de neuf dents également allongées, enfin une rangée externe comprenant trois dents convexes en avant.

La rangée interne est très légèrement oblique par rapport aux deux autres qui sont absolument droites et bien perpendiculaires sur l'axe longitudinal de la mandibule. Ces dents sont elliptiques, l'extrémité externe est légèrement plus grosse et plus arrondie que l'extrémité interne plus mince. Cette inégalité ne se voit bien que dans les dents postérieures ; elle existe à peine dans les deux antérieures. Les trois postérieures sont les plus grandes ; elles ont une largeur de $0^{m}022$ pour une longueur de $0^{m}006$. Les dents antérieures ont $0^{m}018$ de diamètre transverse pour $0^{m}006$ de diamètre antéro-postérieur.

La rangée moyenne est formée de dents beaucoup plus larges vers le dedans que vers le dehors ; elles ont l'aspect d'une poire allongée. Le diamètre transverse est de $0^{m}012$, le diamètre antéro-

postérieur de 0m004 à l'extrémité externe atteint 0m005 à l'extrémité interne.

La rangée externe est réduite ici à trois dents qui vont en décroissant d'arrière en avant; elles sont convexes sur leur bord antérieur et presque droites sur leur bord postérieur. Pour la plus grande, les dimensions sont: diamètre antéro-postérieur 0m005, diamètre transverse 0m007.

La largeur des dents principales dépasse, comme on voit, celle des dents moyennes et externes réunies.

Les dents des rangées externe et moyenne sont directement opposées les unes aux autres. Celles de la rangée moyenne sont opposées à celles de la rangée principale ou en alternance avec elles; après deux dents moyennes opposées à deux dents principales, il y a une dent moyenne tombant dans l'intervalle de deux dents principales.

La surface des dents est absolument lisse; il y a seulement des traces d'usure sur le bord externe de la dent principale antérieure et sur le bord interne des trois dents moyennes antérieures.

On constate l'existence d'un large intervalle de plus de 0m01 entre la rangée principale et le bord interne de la mandibule, de même entre les dents externes et le bord externe.

La présence de trois rangées de dents avec l'axe le plus long directement transverse ou très légèrement incliné sur l'axe de la mandibule, et les dents principales elliptiques, non arquées, montrent que la dentition étudiée ici doit être rapportée au genre *Cœlodus*. Les dents principales sont au moins trois fois plus larges que longues, et la largeur des dents moyennes dépasse la moitié de celle des dents principales. Ces caractères concordent avec ceux de *Cœlodus parallelus* Dixon sp. (1) du Sénonien supérieur de France et d'Angleterre. Mais chez ce dernier les deux extrémités des dents principales sont également arrondies, ce qui n'est pas absolument réalisé ici et les extrémités des dents moyennes sont moins dissemblables que dans le fragment de la Sarthe. De plus, les dents principales sont directement transverses au lieu d'être légèrement inclinées, comme ici, sur l'axe longitudinal de la mandibule.

Ces différences nous semblent suffisantes pour regarder le *Cœlodus* de la Sarthe comme appartenant à une espèce distincte, voisine

(1) Dixon. The Geology and Fossils of Sussex, 1850, p. 369, pl. XXIII, fig. 3. — A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. III 1895, p. 256.

cependant de *Cœlodus parallelus*. Nous lui donnerons le nom de *Cœlodus attenuatus* à cause du léger amincissement de l'extrémité interne des dents principales et de l'étirement marqué des dents de la rangée moyenne.

M. Sauvage (1) a décrit, sous le nom de *Pycnodus aulercus* un fragment de dentition de Pycnodonte du Turonien de Requeuil, dans la Sarthe. Il s'agit d'un type tout différent de celui étudié ici et qui paraît se rapporter au genre *Anomœodus*.

CŒLODUS sp.

(Pl. II, fig. 2).

Un fragment de calcaire d'une localité appelée « Les Faloises » près Vertus, et appartenant à la collection géologique de la Sorbonne, porte des dents de *Cœlodus*. On y voit la rangée externe de la moitié gauche de la mandibule. Elle comprend onze dents, savoir : en avant deux petites dents placées l'une derrière l'autre, rondes, la seconde avec une dépression centrale d'où partent des stries rayonnantes, puis six dents plus ou moins elliptiques dans le sens transversal ou convexes en avant et droites en arrière, avec sillon central ; viennent ensuite l'une à côté de l'autre deux dents légèrement allongées dans le sens longitudinal et provenant de la division d'une dent normale, comme cela arrive souvent dans le genre *Cœlodus* ; enfin une dent elliptique termine la série ; elle présente des indices d'une dépression centrale avec stries rayonnantes. On voit en outre la série moyenne représentée par deux dents elliptiques, opposées aux petites dents arrondies externes. Leur surface ne porte pas de sillon ; la dent antérieure est un peu plus longue et un peu moins large que l'autre. La première a $0^{m}0035$ de longueur et $0^{m}007$ de largeur : la seconde a $0^{m}003$ de long et $0^{m}008$ de large. Les deux dents externes les plus longues sont celles qui précèdent la dent double, elles ont $0^{m}006$ de largeur et $0^{m}004$ de longueur.

Ce fragment ne présente pas les dents de la série principale et par suite ne peut être déterminé avec précision. Il ne semble pas pouvoir être rapporté à *Cœlodus parallelus* Dixon sp. Dans cette espèce les dents moyennes sont environ trois fois plus larges que longues et leur extrémité externe est très sensiblement plus mince

(1) SAUVAGE. Recherches sur les Poissons fossiles du terrain crétacé de la Sarthe. *Bibl. Ecole des Hautes-Etudes*, t. V, N° 9, 1872, p. 12, pl. I, fig. 1-2.

que l'extrémité interne ; au contraire dans le fragment de Vertus les deux extrémités des dents moyennes sont semblables et ces dents sont seulement deux fois plus larges que longues. On ne peut pas comparer les dents externes, car celles de *Cœlodus parallelus* n'ont pas été figurées jusqu'ici.

Les espèces qui se rapprochent le plus du fragment de Vertus par la forme des dents moyennes sont *Cœlodus muraltii* Heckel de Pola Istrie (1) et *Cœlodus saturnus* Heckel (2) des schistes calcaires bitumineux de Goriansk dans le Karst, mais chez ces deux espèces le rapport du diamètre des dents moyennes est 3 ; en outre, dans la première les dents externes sont absolument ovales et dans la seconde elles sont grossièrement arrondies. Par suite, et surtout en l'absence des dents principales, il est prudent de ne pas chercher à identifier le *Cœlodus* de Vertus.

Outre le fragment de dentition décrit ici, M. Munier-Chalmas m'a communiqué des dents isolées provenant de la même espèce et de la même localité ; les unes ont appartenu à la rangée moyenne, les autres à la rangée externe.

ANOMŒODUS SUBCLAVATUS Agassiz sp.

(Pl. II, fig. 3-4).

Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles, vol. II, partie I, p. 17; partie II, p. 198, pl. 72*a*, fig. 59, 1833-44.

Forir. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, I. Sur quelques Poissons et Crustacés nouveaux ou peu connus. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, vol. XIV, p. 25-29, pl. I, fig. 1, *a*, *b*, 1887.

A. Smith-Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, III, p. 259, 1895.

F. Priem. Sur des dents de Poissons du Crétacé supérieur de France. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896, p. 293, pl. IX, fig. 26.

Gervais a représenté dans sa *Zoologie et Paléontologie françaises* (1re édition, 1848-52, Poissons fossiles, p. 3 et 2e édition, 1859, p. 523, pl. LXVII, fig. 16) des dents isolées de Pycnodonte, qu'il désignait simplement sous le nom de *Pycnodus* sans indication d'espèce. Ces dents, provenant de Mont-Aimé, sont, les unes grossièrement arrondies, les autres allongées, tordues, avec une extrémité plus large

(1) HECKEL. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische Osterreichs. *Denksch. K. Akad. Wiss. math. naturw. Cl.* Wien, t. XI, 1856, p. 225, pl. VIII, fig. 2.

(2) ID., p. 207, pl. III, fig. 1-4.

que l'autre. Elles paraissent appartenir au genre *Anomœodus* créé par M. Forir et probablement à *Anomœodus subclavatus* Ag. sp.

Dans le genre *Anomœodus* chaque moitié de la mandibule porte de trois à cinq séries longitudinales de dents; les dents principales allongées dans le sens transversal sont flanquées vers le dedans par une série de petites dents et en dehors par plusieurs séries de petites dents. Les petites dents plus ou moins arrondies présentent en leur centre une dépression d'où partent des stries rayonnantes; les dents principales sont lisses avec un sillon linéaire peu accusé. Chez *Anomœodus subclavatus*, chaque moitié de la mandibule présente à l'extérieur quatre séries de petites dents, puis vient la série principale et enfin à l'intérieur une série de petites dents. Les dents principales sont faiblement recourbées, leur concavité est dirigée en avant et l'extrémité interne est moins large et moins arrondie que l'extrémité externe; la plus grande dimension vaut au moins trois fois la plus petite.

M. Douvillé, professeur de paléontologie à l'École supérieure des Mines, a bien voulu me communiquer un fragment de dentition de Pycnodonte provenant du Mont-Aimé et faisant partie de la collection paléontologique de l'École des Mines. Ce fragment a appartenu à la moitié droite de la mandibule. On voit la rangée principale composée ici de huit dents arquées à extrémités dissymétriques; l'extrémité externe est arrondie, l'extrémité interne est plus mince, surtout dans les trois dents antérieures, où cette extrémité interne forme un biseau; les dents du devant ont une concavité antérieure moins accusée que celles qui sont à la fin de la série. Les deux dents d'arrière, qui sont les plus grandes, ont une largeur de 0^m021 et une longueur de 0^m006. Les dents d'avant, qui sont les plus petites, ont une largeur de 0^m017 et une longueur de 0^m005. Ainsi la largeur des dents de la série principale vaut plus de trois fois la longueur.

Il y a en outre ici les deux rangées externes les plus voisines de la rangée principale. La plus rapprochée de la rangée principale comprend ici six dents plus larges que longues et à peu près elliptiques; leur largeur va en diminuant assez régulièrement d'arrière en avant. Elles ont de 0^m006 à 0^m007 de largeur et environ de 0^m003 à 0^m0035 de longueur; elles sont ainsi deux fois plus larges que longues. L'extrémité externe est légèrement moins large que l'extrémité interne.

L'autre série, plus externe, est représentée par sept dents irrégulièrement ovales et pourvues d'une petite dépression au centre,

tandis que les autres dents sont lisses. Leur grand diamètre varie de 0m006 à 0m004 et le plus petit diamètre de 0m004 à 0m003. Les plus postérieures de ces dents sont assez régulièrement elliptiques, tandis que celles d'avant ont leur extrémité interne pointue. Les dents des deux séries externes sont en alternance parfaite. Celles de la rangée la plus rapprochée de la rangée principale correspondent alternativement aux dents de cette rangée principale et aux intervalles des dents de cette rangée.

Les caractères de cette dentition : dents principales arquées, à extrémité interne dirigée en avant et amincie, avec une largeur égale à plus de trois fois la longueur, doivent faire rapporter ce fragment du Mont-Aimé à *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. On sait qu'une moitié de mandibule présente six rangées de dents : une rangée interne de très petites dents, une rangée principale et enfin quatre séries externes. Ici la rangée interne et les deux séries les plus externes manquent.

M. Munier-Chalmas m'a communiqué un morceau de calcaire pisolithique du Mont-Aimé portant quatre grandes dents allongées, recourbées, dont l'une des extrémités est arrondie, tandis que l'autre est notablement moins large. Ces dents sont lisses, sauf un sillon linéaire sur les deux postérieures, qui sont les plus grandes. La largeur va diminuant d'arrière en avant; la plus grande des dents a 0m016 de largeur et 0m005 de longueur; ainsi la plus grande dimension contient plus de trois fois la plus petite. Ces dents doivent être rapportées aussi à *Anomœodus subclavatus* et ont appartenu à la rangée principale mandibulaire droite. La collection géologique de la Sorbonne contient aussi des dents isolées qui paraissent appartenir à la même espèce, savoir : des dents principales et des dents de la rangée externe voisine provenant de Vertus; des dents ovales de cette rangée voisine de la série principale, provenant des Faloises, et de Vigny (Oise), où existe le même niveau géologique qu'à Vertus.

Anomœodus subclavatus Agassiz sp. est répandu dans le Sénonien supérieur de Ciply et dans celui de Maëstricht. Il a été signalé par J. W. Davis dans le Sénonien supérieur et le Danien de Scandinavie (calcaire de Faxö) (1). Il existe aussi dans le Crétacé supérieur de France; ainsi dans la craie du bassin de Bordeaux, comme le montre un échantillon donné au Muséum par M. de Blainville (2). Enfin,

(1) J.-W. Davis. On the fossil Fish of the cretaceous formations of Scandinavia. *The Sci. Trans. of the Dublin Soc.*, 2e série, t. IV, N° 6, 1890, p. 416, pl. XLII, fig. 16-18.

(2) F. Priem. Sur des dents de Poissons du Crétacé supérieur de France, *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896, p. 293, pl. IX, fig. 26.

on voit par ce qui précède que cette espèce a prolongé son existence jusque dans le Montien, limite supérieure extrême du Crétacé.

CORAX PRISTODONTUS Agassiz, variété nouvelle PLICATUS

(Pl. II, fig. 5).

La collection géologique de la Sorbonne contient une dent remarquable de *Corax* donnée par M. Berville et provenant du Sénonien supérieur de Meudon.

Elle présente les caractères bien connus de *Corax pristodontus* Agassiz, c'est-à-dire la grande largeur de la couronne, la présence d'un coude sur le bord antérieur, l'absence sur le bord postérieur d'une encoche séparant un mamelon accessoire. La couronne a une hauteur de $0^{m}014$ et une largeur de $0^{m}018$; la face interne est bombée et la face externe aplatie.

Ce qui distingue cette dent c'est la présence, sur le milieu de la face externe, de deux sillons courts et profonds partant de la base et limitant ainsi un pli très accusé entre deux autres régions limitées par le bord antérieur et le bord postérieur. Sur la région antérieure il y a en outre un léger pli oblique allant se perdre vers le bord antérieur et en outre une petite proéminence qui, à la loupe, se montre formée de deux pointes inégales s'élevant sur une base commune. La face externe de *Corax pristodontus* typique est au contraire lisse.

J'ai examiné dans la collection paléontologique du Muséum une dent de *Corax pristodontus* de provenance inconnue et qui rappelle la précédente; sa face externe porte, vers le milieu, trois sillons séparant deux plis accusés. En outre, des dents de *Corax pristodontus* figurées par M. Hébert (1) et provenant du Sénonien supérieur de Meudon offrent des plis peu nombreux et assez accusés sur la face externe. Il en est de même d'une dent de *Corax pristodontus* de la craie supérieure de Norwich, figurée par M. A. Smith Woodward (2).

Il existe donc des dents se différenciant de *Corax pristodontus* par des sillons profonds et peu nombreux sur la face externe. Mais d'autre part, certaines dents de *Corax pristodontus* ne sont pas absolument lisses sur la face externe. Elles peuvent présenter de

(1) HÉBERT. Tableau des fossiles de la craie de Meudon. *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. IV, 1re partie, 1854, pl. XXVII, fig. 8 *a*, *b*.

(2) A. SMITH WOODWARD. Notes on the Shark's teeth from british cretaceous formations. *Proc. of the Geologist's Association*, t. XIII, 1894, pl. V, fig. 16.

légers sillons partant de la base, ressemblant plutôt à des stries et plus nombreux que sur les dents précédentes. C'est ce que j'ai constaté sur certains exemplaires de la collection de Paléontologie du Muséum, savoir : deux dents de la craie phosphatée (Sénonien, craie à *Belemnitella quadrata*) d'Orville (Somme), données par M. Lemonnier ; une dent provenant du Sénonien supérieur de Meschers près Royan (Charente) ; une dent de Maëstricht et une dent de Fauquemont (Limbourg hollandais) ; une dent de Folx-les-Caves (Belgique) et enfin une autre d'Heure-le-Romain (1) ; les quatre dernières appartiennent au Sénonien le plus supérieur (Maëstrichtien).

Les stries ou les plis de la face externe de certaines dents de *Corax pristodontus* doivent probablement être attribués à des positions différentes des dents sur les mâchoires, de même que chez *Carcharodon Rondeletii* Müller et Henle, actuel, les dents supérieures portent souvent des stries qui n'existent pas sur les dents inférieures (2). En effet, dans la craie brune phosphatée de Ciply, M. Houzeau de Lehaie a trouvé quatorze dents associées de *Corax pristodontus* et qui ont certainement appartenu au même individu. M. A. Smith Woodward (3) a représenté sept de ces dents et l'on voit sur deux d'entre elles des stries marquées, courtes et nombreuses à la base de la face externe; il y en a des indices moins nets sur une autre.

Donc, chez *Corax pristodontus*, il semble démontré que, suivant la position des dents sur les mâchoires, la face externe est lisse ou légèrement striée. Mais ces stries diffèrent notablement des sillons accusés et peu nombreux de la dent du Sénonien supérieur de Meudon et de celles que nous lui avons associées. Cette dent doit donc être attribuée à une variété bien tranchée (variété *plicatus*) de *Corax pristodontus*. On ne peut pas en faire une espèce distincte, puisqu'elle a les caractères essentiels de *Corax pristodontus* et que certaines dents typiques de cette espèce portent des stries.

Corax falcatus Agassiz paraît présenter une variété plissée

(1) M. Van den Broeck, conservateur au Musée royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles, m'a obligeamment appris que cette localité se trouve dans le Limbourg belge, non loin de la région de Maëstricht et de la vallée du Geer.

(2) A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. I, 1889, p. 421.

(3) Id., Notes on some Fish-remains from the lower Tertiary and upper Cretaceous of Belgium, collected by M. Houzeau de Lehaie. *Geol. Mag.*, new series, dec. III, t. VIII, 1891, p. 112, pl. III, fig. 10-11.

analogue. M. Sauvage (1) a figuré sous le nom de *Corax* sp. une dent du Turonien de Cherré (Sarthe) pourvue d'une encoche séparant un mamelon très net sur le bord postérieur, ce qui n'a pas lieu chez *Corax pristodontus*. M. A. Smith Woodward (2) rapporte cette dent à *Corax falcatus*. Or, elle présente sur sa face externe trois plis bien marqués.

J. W. Davis (3) a étudié des dents de *Corax* du Sénonien et du Danien de Scandinavie et en a fait une espèce nouvelle sous le nom de *Corax Lindstromi*. Elle diffère seulement de *Corax pristodontus* par une encoche assez bien marquée au bord postérieur. Sur certaines de ces dents la face externe présente des plis peu nombreux mais moins profonds que sur la variété *plicatus* de *Corax pristodontus*.

OXYRHINA ? sp.

(Pl. II, fig. 6-8).

M. Munier-Chalmas m'a communiqué quatorze petites dents de Squale provenant du Mont-Aimé. Elles sont incomplètes et réduites à la couronne ; la racine manque. Il y a six dents verticales provenant de la partie antérieure de la mâchoire et huit dents arquées en arrière qui sont des dents latérales. Chez les unes et les autres la pointe est légèrement courbée vers le dehors ; la plus longue des dents verticales a une courbure légèrement sigmoïdale. Elle a pour dimensions : hauteur de la couronne 0^m015, plus grande largeur 0^m005, épaisseur à la base 0^m003. Les plus grandes dents latérales ont une hauteur de 0^m013, une largeur de 0^m006 au maximum et une épaisseur à la base de 0^m002. Les deux faces sont lisses ; il y a chez quelques dents latérales une très légère dépression à la base de la couronne. La face interne est légèrement bombée et la face externe est presque plate. Les bords sont tranchants.

Par suite de l'absence de la racine, il est difficile de déterminer exactement le genre et l'espèce. Il n'y a pas de denticules latéraux, mais ils ont pu être brisés avec la couronne. Ces dents sont beaucoup moins robustes que celles de *Lamna appendiculata* Agassiz sp.

(1) SAUVAGE. Recherches sur les Poissons fossiles du terrain crétacé de la Sarthe. *Bibl. Ecole des Hautes-Etudes*, t. V, 1872, N° 9, p. 42, pl. I, fig. 80-81.

(2) A. SMITH WOODWARD. Catalogue, I, p. 425.

(3) J.-W. DAVIS. On the fossil Fish of the cretaceous formations of Scandinavia. *The Sci. Trans. of the Roy. Dublin Soc.*, 2e sér., t. IV, N° 6, 1890, p. 412, pl. XLII, fig. 3-11. Voir les figures 8-9.

et plus fortes, moins élancées, plus aplaties que celles de *Scapanorhynchus ? subulatus* Agassiz sp., espèces auxquelles on pourrait être tenté de les identifier, abstraction faite des denticules latéraux. A cause de l'aplatissement de la face externe, c'est au genre *Oxyrhina* qu'elles paraissent devoir être rapportées. Si elles étaient complètes il serait intéressant de les comparer à deux petites espèces d'*Oxyrhina* du Crétacé supérieur : *Oxyrhina angustidens* Reuss (1), *Oxyrhina zippei* Agassiz (2), ainsi qu'à une petite espèce du Tertiaire le plus inférieur de Belgique (Landénien inférieur) : *Oxyrhina Winkleri* Vincent (3).

Malgré leur état incomplet de conservation, nous avons cru devoir signaler ces dents de Squales afin d'attirer l'attention sur la faune ichthyologique encore mal connue du Mont-Aimé (4).

(1) A. Smith Woodward. Catalogue, I, 1889, p. 380. — Id. Notes on the Shark's teeth from british cretaceous formations. *Proc. of the Geologist's Association*, t. XIII, 1894, p. 197, pl. V, fig. 20-23. — Reuss. Versteinerungen der böhmischen Kreideformation, 1845-46, part I, p. 6, pl. III, fig 7-13. — Fritsch. Die Reptilien und Fische der böhmischen Kreideformation, 1878, p. 8, fig. 13. Cette espèce se trouve dans le Cénomanien et le Turonien de Saxe et de Bohême, le Turonien et le Sénonien d'Angleterre.

(2) A. Smith Woodward, Catalogue, t. I, p. 392, cite cette espèce avec doute. Elle se trouve dans le Cénomanien de Regensburg (Bavière) et dans le Sénonien inférieur de Suède. — Voir Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, 1843, p. 284, pl. 66, fig. 48-52 et J.-W. Davis. On the fossil Fish of the cretaceous formations of Scandinavia. *The Sci. Trans. Roy. Dublin Soc.*, 2e sér., t. IV, 1890, p. 395, pl. XL, fig. 1-7. Agassiz a identifié à tort avec cette espèce, dans sa figure 48, un denticule détaché d'une grande espèce de *Lamna* (*Lamna spathula* Sauvage). — Voir Sauvage. *Loc. cit.*, p. 23.

(3) G. Vincent. Description de la faune de l'étage landénien inférieur de Belgique. *Ann. Soc. Roy. malac. Belg.*, t. XI, 1876, p. 125, pl. VI, fig. 3. Cette espèce est basée sur une dent unique. Dans le Catalogue de M. A. Smith Woodward elle est simplement signalée (t. I, p. 392). — Voir sur les diverses espèces d'*Oxyrhina* citées ici : C.-R. Eastman. Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Oxyrhina*, mit besonderer Berucksichtigung von *Oxyrhina Mantelli* Agassiz. *Palæontographica*, t. XLI, 1894, p. 176 et p. 182.

(4) *Note ajoutée pendant l'impression.* — M. de Lapparent a bien voulu me communiquer trois dents du Mont-Aimé faisant partie de la collection géologique de l'Institut catholique de Paris, et qui ont beaucoup de ressemblance avec celle de la figure 7. Ces dents sont incomplètes, réduites à la couronne, sans denticules latéraux. Elles sont élancées, verticales, avec une très légère courbure sigmoïdale. Leur hauteur varie de 0m01 à 0m013, la largeur à la base est de 0m005 avec une épaisseur de 0m002. Elles appartiennent probablement aussi à *Oxyrhina ?* sp.

SCAPANORHYNCHUS? (ODONTASPIS) SUBULATUS Agassiz sp.

(Pl. II, fig. 9-14).

Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 296, pl. 37 *a*, fig. 5 (? fig. 6, 7), 1843.

Hébert. Tableau des fossiles de la craie de Meudon. *Mém. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. V (1re partie), p. 355, pl. XXVIII, fig. 10, 1854.

A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. I, p. 356, 1889.

Id. Notes on the Sharks' teeth from british cretaceous formations. *Proc. of the Geologist's Association*, t. XIII, p. 196, pl. V, fig. 14-15, 1894.

Je rapporte à cette espèce six dents verticales, lisses sur les deux faces, dont la pointe est très légèrement recourbée vers le dehors. La face externe présente, sur certaines de ces dents, une légère dépression à la base. Ces dents ressemblent aux dents verticales d'*Oxyrhina?* sp. décrite plus haut, mais elles sont plus élancées et de taille plus faible (1). La plus grande a pour hauteur de la couronne $0^{m}013$ et pour largeur à la base $0^{m}0065$; les autres ont une hauteur de $0^{m}008$ et une largeur de $0^{m}003$ à $0^{m}004$. Elles sont toutes réduites à la couronne; la racine et les denticules latéraux manquent. C'est par suite avec un certain doute que je les identifie avec *Scapanorhynchus subulatus*, mais je les ai représentées ici pour bien mettre en évidence leurs différences avec les dents incomplètes des figures 6 à 8.

Ces petites dents, rapportées à *Scapanorhynchus subulatus*, appartiennent à la collection géologique de la Sorbonne. Elles proviennent du Montien inférieur de Vertus. M. A. Smith Woodward a signalé (2) l'existence de *Scapanorhynchus subulatus* au Mont-Aimé.

Résumé relatif aux espèces précédentes

Il résulte de ce qui précède que :

1° Dans le Turonien de la Sarthe se trouve une espèce nouvelle de *Cœlodus* représentée par une dentition mandibulaire complète.

(1) On peut remarquer que la plus grande de ces dents (fig. 10) a beaucoup plus de ressemblance que les autres avec *Oxyrhina?* sp.; elle doit peut-être lui être rapportée comme dent antérieure.

(2) A. SMITH WOODWARD. Catalogue, I, p. 357.

Nous l'appelons *Cœlodus attenuatus*. Elle est voisine de *C. parallelus* Dixon sp. du Sénonien supérieur de France et d'Angleterre, mais elle en diffère par le léger amincissement de l'extrémité interne des dents principales et par l'étirement marqué de l'extrémité externe des ents de la rangée moyenne.

2° Le Montien inférieur des environs de Vertus renferme une espèce indéterminée de *Cœlodus* représentée par une dentition mandibulaire incomplète ; les dents de la rangée principale sont absentes.

3° *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. du Sénonien supérieur et du Danien existe aussi dans le Montien inférieur du Mont-Aimé ; il y est représenté par une dentition mandibulaire assez complète.

4° *Scapanorhynchus ? (Odontaspis) subulatus* Agassiz sp. signalé dans le Montien inférieur du Mont-Aimé se trouve aussi à Vertus. Il paraît y avoir en outre au Mont-Aimé une *Oxyrhina* de petite taille représentée jusqu'ici par des dents incomplètes.

5° Une dent de *Corax* du Sénonien supérieur de Meudon présente les caractères essentiels de *Corax pristodontus* Agassiz, mais elle porte à la base de la face externe des sillons accusés et peu nombreux. Certaines dents de *Corax pristodontus* ont à la base de cette face des stries nombreuses et plus fines, en rapport probablement avec la position de ces dents sur les mâchoires, mais qui diffèrent notablement des sillons marqués de la dent de Meudon. Celle-ci appartient à une variété bien caractérisée (variété *plicatus*) du *Corax pristodontus*.

Faune ichthyologique du Montien inférieur du bassin de Paris

Le Montien inférieur du bassin de Paris (Mont-Aimé, Vertus) renferme un certain nombre de Squales :

M. Hébert (1) a signalé à Vertus la présence de *Corax pristodontus* Agassiz et celle de *Lamna appendiculata* Agassiz sp.. M. A. Smith Woodward a signalé au Mont-Aimé une espèce nouvelle *Lamna serra* Smith Woodward (2) et en outre *Scapanorhynchus ? (Odontaspis) subulatus* Agassiz sp. (3) qui existe aussi à Vertus. Il semble y avoir

(1) Hébert. Tableau des fossiles de la craie de Meudon, p. 353.

(2) A. Smith Woodward. Catalogue, I, p. 400. — Notes on the Shark's teeth from british cretaceous formations. *Proc. of the Geologist's Association*, t. XIII, 1894, p. 198, pl. VI, fig. 11-12.

(3) Id., Catalogue, p. 357. M. A. Smith Woodward cite aussi (Cat., p. 426) des dents de *Corax falcatus* Agassiz du British Museum, comme ayant été trouvées au Mont-Aimé. Il semble y avoir ici une erreur de provenance ; cette espèce ne paraît pas dépasser le Sénonien inférieur.

enfin au Mont-Aimé une *Oxyrhina* de petite taille, mais ce point est encore douteux.

Les Pycnodontes de ce niveau sont : *Cœlodus* sp., *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. et *Palæobalistum Ponsorti* Heckel qui y est connu depuis longtemps (1).

Pour compléter cette faune ichthyologique, il faut citer l'Acanthoptérygien Perciforme du Mont-Aimé désigné par Gervais (2) sous le nom de « *Lates Heberti* » et sur lequel je me propose de revenir.

Scapanorhynchus ? (Odontaspis) subulatus Agassiz sp. et *Lamna appendiculata* Agassiz sp. n'ont rien de caractéristique ; ils se montrent dans tout le Crétacé supérieur. *Corax pristodontus* se trouve dans le Sénonien supérieur et il est représenté dans le Sénonien de Scandinavie et aussi dans le Danien de la même région (Oretorp) par une espèce très voisine : *Corax Lindstromi* J. W. Davis. *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. existe dans le Sénonien supérieur et le Danien. Par la présence de ces divers Poissons la faune ichthyologique du Montien inférieur du bassin de Paris se montre essentiellement crétacée. Elle a comme éléments propres :

Lamna serra A. Smith Woodward (3).	*Cœlodus* sp.
Oxyrhina ? sp.	*Palæobalistum Ponsorti* Heckel.
	Lates Heberti Gervais.

Nous ne pouvons encore nous prononcer sur « *Lates Heberti* » Gervais qui paraît différer notablement des vrais *Lates*, mais le genre *Palæobalistum*, représenté dans le Crétacé supérieur d'Istrie, du Liban et du Brésil (4), se retrouve dans l'Eocène du Monte-Bolca (*P. orbiculatum*) ; la présence de ce genre au Mont-Aimé concorde bien avec la position des assises montiennes à la limite du Crétacé et du Tertiaire inférieur.

(1) Heckel. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische Oesterreichs. *Denks. K. Akad. Wiss. math. naturw. Cl.* Wien, t. XI, 1856, p. 236-242, pl. XI, fig. 1-15.

(2) Gervais. Zoologie et Paléontologie françaises, 1re édition, 1848-52, Poissons fossiles, p. 3, et 2e édition, 1859, p. 523.

(3) *Note ajoutée pendant l'impression.* — M. de Lapparent vient de me communiquer des dents du Mont-Aimé conservées à l'Institut catholique et qui me paraissent appartenir à *Lamna serra* Smith Woodward. J'aurai l'occasion d'y revenir.

(4) A. Smith Woodward. Catalogue, III, 1895, p. 270-275.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Les échantillons sont représentés sans retouches et grandeur naturelle.

Fig. 1. — *Cœlodus attenuatus* n. sp. Turonien de Dissé sous le Lude (Sarthe). Moitié gauche de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne.

Fig. 2. — *Cœlodus* sp. Montien inférieur. Les Faloises près Vertus (Marne). Fragment de la moitié gauche de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne.

Fig. 3. — *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Fragment de la moitié droite de la mandibule. Collection paléontologique de l'Ecole supérieure des Mines.

Fig. 4. — *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. Montien inférieur du Mont-Aimé. Dents de la rangée principale de la moitié droite de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne (N° 88-212).

Fig. 5. — *Corax pristodontus* Agassiz variété nouvelle *plicatus*. Sénonien supérieur de Meudon. Collection géologique de la Sorbonne (N° 84-44).

Fig. 6-8. — *Oxyrhina ?* sp. Montien inférieur du Mont-Aimé. Collection Munier-Chalmas. — Fig. 6. Dent antérieure vue par la face externe. — Fig. 7. Dent de la partie la plus antérieure de la mâchoire vue par la face interne. — Fig. 8. Dent latérale vue par la face externe.

Fig. 9-14. — *Scapanorhynchus ?* (*Odontaspis*) *subulatus* Agassiz sp. Montien inférieur de Vertus. Collection géologique de la Sorbonne. Dents antérieures. — Fig. 9, 10, 12, 13, 14. Dents vues par la face interne. — Fig. 11. Dent vue par la face externe.

Note ajoutée pendant l'impression. — M. le Dr Cousturier a aimablement offert la pièce décrite sous le nom de *Cœlodus attenuatus* à la collection géologique de la Sorbonne. Nous souhaitons vivement que cette importante trouvaille encourage M. Cousturier à poursuivre ses intéressantes recherches.

LES FILONS ARGENTIFÈRES DE PACHUCA (MEXIQUE)

par M. **Ezequiel ORDOÑEZ.**

Pachuca est depuis quelques années un de nos districts miniers les plus importants, non seulement par la production d'argent qui a atteint un chiffre extraordinaire, mais aussi par l'extension des travaux souterrains, les moyens d'exploitation et la variété des machines employées pour l'extraction, la préparation et le traitement des minerais.

Le district de Pachuca est situé sur les versants S. O. d'une chaîne de montagnes, « la Sierra de Pachuca », limitant du côté du N. E. le grand bassin de Mexico ; elle a attiré de tout temps l'attention de tous ceux qui l'ont visitée, par les richesses inouïes renfermées dans de nombreux filons prolongés d'un bout à l'autre de la chaîne, autant que par la beauté du paysage de ces montagnes, tantôt revêtues d'une exubérante végétation alpine, tantôt de surfaces nues avec les formes capricieuses d'énormes rochers épars; la crête dentelée est hérissée de pics élégants ; dans les dépressions on voit de petits villages ombragés au climat sain et agréable.

Il y a sur le vaste territoire du Mexique un grand nombre de districts miniers qui peuvent ressembler à Pachuca en ce qui concerne l'âge et l'aspect des roches, de même que par la nature et l'origine des filons encaissés dans ces roches, de sorte que la description d'une de ces régions peut nous donner une idée assez approchée des autres, ou tout au moins servir de base à leur étude approfondie. C'est ce qui nous a décidé à entreprendre l'étude un peu détaillée de Pachuca et à donner ici un extrait de notre travail paru dans le Bulletin de l'Institut Géologique du Mexique, nos 7, 8 et 9. « *El Mineral de Pachuca*, 1897 ».

La direction de la chaîne, bien que d'un cours un peu irrégulier, est à peu près N. O.-S. E. ; sa longueur est de 43 kilomètres environ ; elle est reliée du côté du N. O. avec une chaîne importante qui est une dépendance des sierras de Jacala et Zimapan et du côté du S. E. avec des massifs volcaniques récents situés sur les flancs de la « Sierra de Puebla ». La largeur atteint presque 20 kilomètres.

Des pics sveltes alignés dans la direction de la crête en surpassent

la hauteur moyenne. Il faut citer, en partant du N. O., le joli groupe de rochers des « Organos di Actopan », les « Monjas » et « Ventanas del Chico », dont l'un atteint 2.944 m. au-dessus du niveau de la mer. La petite dépression où se trouve située la ville de « Real del Monte » est entourée de sommets importants, tels que la roche du « Zumate » à 3.057 m., celles del Gato et del Aguila. A l'extrémité de la chaîne se trouve tout un groupe de hautes montagnes aux profils moins sinueux ; l'une d'elles, la montagne de « Las Navajas » (3.212 m.) tire son nom de l'abondance de cailloux à obsidienne résultant de la fabrication de couteaux, pointes à flèche, etc., d'un usage très répandu parmi les Aztèques.

Si l'on compare les deux versants de la chaîne de Pachuca, on trouve des différences remarquables : d'abord, les flancs occidentaux plus escarpés et à fortes pentes, limitent de petites vallées affectant souvent la forme de fer à cheval ; les versants orientaux, au contraire, se prolongent plus loin et de longs contreforts sinueux renferment de profonds ravins. Le régime hydrographique est aussi différent ; d'un côté les eaux coulent en de vrais torrents après les pluies, de sorte que les ravins restent à sec pendant la plus grande partie de l'année ; la ville de Pachuca a dû se plaindre plus d'une fois des ravages occasionnés par les débordements de la rivière qui traverse la ville d'un bout à l'autre et qui porte les eaux vers le bassin de Mexico ; sur le versant opposé, les eaux coulent avec moins d'impétuosité, ne tarissent pas et donnent naissance à des fleuves importants. La beauté de cette partie de la chaîne tient surtout à la douceur du climat plus humide, aux surfaces boisées et aux montagnes surmontées de pics ou de roches nues. Les pluies y sont plus fréquentes, car elle reçoit les vents humides qui viennent de l'est, tandis que sur les flancs occidentaux, l'air sec et froid encaissé par les ravins souffle avec une violence parfois redoutable et maintient l'aridité caractéristique des environs de Pachuca.

Cette ville est située presque vers le milieu de la chaîne, à la base même des montagnes, sur les deux côtés d'un ravin limité par de hautes montagnes où se trouve le grand système de filons qui s'étend sur une surface de près de 20 kilomètres carrés.

Toute la chaîne de Pachuca est formée de roches éruptives tertiaires, se groupant autour de trois types différents bien définis ; ces types sont, dans leur ordre d'ancienneté aussi bien que d'importance : les andésites, les rhyolites et les basaltes.

Les andésites, dans lesquelles sont encaissés les filons offrent une grande variété de couleurs et d'aspects qui résulte de leurs diverses structures et de leur altération, parfois très avancée.

Le type d'andésite que nous pouvons appeler normal est d'une couleur verte, assez porphyroïde, avec de grands cristaux de feldspath et de pyroxène. La structure peut varier depuis l'état presque doléritique jusqu'à la structure microlithique qui est, du reste, la plus fréquente. On voit très souvent les phénocristaux, appartenant la plupart au labrador, transformés en un produit argileux avec production de calcite, de chlorite et d'épidote observée à l'intérieur des cristaux. Le pyroxène s'altère aussi, en donnant de la chlorite, de l'épidote, enfin, un produit comme de la viridite et de la calcite. Quant au magma de ces roches, les microlithes d'oligoclase y dominent associés à du fer oxydulé, parfois à des microlithes de pyroxène ainsi qu'à des parties vitreuses. Le quartz peut exister dans les roches, tantôt comme un élément de la roche même, en cristaux toujours corrodés dans le magma, tantôt de formation secondaire, résultant d'une imprégnation pendant le remplissage des filons ou de la décomposition des minéraux des roches.

D'autres andésites, de couleur brune, affectent une division en dalles minces orientées toujours parallèlement à la direction des filons et contenant une grande quantité de fer sous forme de petits grains disséminés dans la pâte, d'abondants microlithes de pyroxène et une quantité de silice moindre que celle des andésites citées plus haut.

Les andésites vertes présentent un aspect uniforme et se trouvent à toutes les profondeurs avec les mêmes phases d'altération, de sorte que les décompositions observées des minéraux composants ont été le résultat des phénomènes produits pendant la minéralisation des fractures, par la chaleur et des réactions chimiques; d'ailleurs, les efforts dynamiques aussi n'ont pas été sans influence; c'est ce que démontre l'étude au microscope de plaques minces de ces roches.

L'altération atmosphérique est non moins importante et donne lieu surtout à l'oxydation du fer des roches, à la soustraction de la chaux des feldspaths qui va se déposer en veinules, enfin à la désintégration qui se fait facilement à la surface. Les degrés de l'altération par l'atmosphère se décèlent dans les couleurs des andésites, depuis le vert, le violacé, jusqu'au rouge.

Les rhyolites pétrosiliceuses ou sphérolithiques recouvrent les andésites en beaucoup d'endroits; elles s'étendent sous la forme de coulées; on les voit près de Pachuca, à Terezo; d'autres fois elles couvrent de hauts sommets aux alentours de Real del Monte. Des

névadites se présentent dans les montagnes de Tubitas à Pachuca, des rhyolites vitreuses et des obsidiennes constituent les montagnes de l'extrémité S. E. de la chaîne de Pachuca.

Les roches basiques sont les derniers épanchements volcaniques dans cette région. Une calotte de labradorite surmonte la haute montagne de San Cristóbal à Pachuca, et les basaltes plus ou moins chargés d'olivine apparaissent en petites coulées sur les flancs orientaux de la chaîne.

Après la mention de ces diverses roches éruptives, il faut étudier leur mode de sortie et d'apparition au jour. Nous avons dit dans notre livre que la théorie qui conviendrait le mieux serait celle d'éruptions volcaniques ayant lieu par de longues fissures ouvertes successivement et permettant la sortie des laves massives ainsi que des produits cinéritiques, tufs, brèches, etc., que nous trouvons encore dans quelques endroits, en dépit d'une active érosion. Les andésites des dernières éruptions apportaient une plus forte proportion de silice que les anciennes, assez grande pour constituer des dacites et accusant déjà la prochaine venue des roches pétrosiliceuses. Celles-ci ont dû rompre par places et subitement la croûte andésitique et former, pendant ces mouvements, des brèches telles que l'on en voit le long de la crête de la Sierra, sur une longueur d'environ 12 kilomètres. C'est sur ces brèches que l'érosion a été la plus active, donnant lieu à une crête dentelée. En même temps que de grandes fissures se rouvraient pour donner passage aux rhyolites, des fentes plus étroites parallèles et voisines se sont formées et c'est par celles-ci que se sont manifestés les phénomènes connexes de l'éruption, des fumerolles et la circulation d'eaux chaudes siliceuses apportant de la profondeur des sulfures, des chlorures et autres sels métalliques et les déposant en incrustations contre les parois des fentes.

Après une longue période de repos faisant suite à tous ces phénomènes, des lignes de moindre résistance permirent la sortie des laves basiques. Les efforts mis en jeu produisirent à la surface quelques fentes en traversant les fractures remplies du dépôt minéral. Toute cette longue liste d'événements se termine par le réajustement et le rétablissement définitif de l'équilibre de ces massifs.

Nous avons admis comme un fait général que les andésites de la Sierra de Pachuca ont apparu à l'époque miocène et que leurs éruptions sont le résultat des efforts qui produisirent le plissement de puissants dépôts crétacés qui se trouvent au voisinage immédiat de cette chaîne, par exemple, les sierras du Zoquital, quelques

montagnes près d'Ixmiquilpan, etc., où l'on voit les contacts. Les flancs de la Sierra en face du grand bassin de Mexico sont recouverts par la série de dépôts appartenant au Pliocène et Post-Pliocène lacustre, qui constitue le fond de ce vaste cirque.

Un seul système de fractures orientées à peu près E.-O. définit l'ensemble des filons du district minier de Pachuca. Des fractures principales parallèles, se détachent d'autres fractures secondaires moins importantes, sous des angles qui ne s'écartent guère de 30°. Cette région si uniforme au point de vue géologique, l'est non moins en ce qui concerne les gîtes minéraux qui affectent d'ailleurs partout la même structure, modifiée quelquefois par des mouvements postérieurs aux venues métallifères. Les gisements argentifères de Hongrie ou ceux de Comstock au Nevada (Etats-Unis), qui ont été plusieurs fois comparés avec ceux de Pachuca, sont plus complexes dans leur nature.

Dans nos filons de Pachuca le quartz forme la partie dominante du remplissage et, partant, on peut les classer comme appartenant au type de gisements filoniens à matrice quartzeuse.

Les fractures qui composent le système, d'accord avec leur situation et importance, peuvent facilement se diviser en quatre groupes (voir le plan annexé au Bulletin de l'Institut Géologique du Mexique, 1897) intimement liés, mais caractérisés chacun par une grande fracture à laquelle se rattachent d'autres plus petites, souvent avec une direction différente. Ces groupes de fractures converties en filons sont ceux de Vizcaina, du Cristo, de San Juan Analco et ceux de Santa Gertrudis. On peut y ajouter un cinquième groupe qui a comme filon principal celui du Polo Norte, situé à l'extrême nord du district près du sommet des montagnes.

Les filons principaux de cette contrée sont bien plus remarquables par leur constance dans le sens de leur direction que par leur épaisseur qui rarement dépasse sept mètres. La Vizcaina qui atteint quelquefois cette épaisseur se prolonge sur 16 kilomètres environ entre le ravin de « Los Leones », le point extrême vers l'est, et la limite de son affleurement, dans le district de Real del Monte, coupant dans sa traversée la chaîne de Pachuca. Le filon du Cristo est visible sur 4 kilomètres, il doit être probablement plus long car il est couvert par les roches labradoritiques au sommet de la montagne de San Cristobal. Nous avons suivi le filon d'Analco sur un parcours de 6 kilomètres; cependant il est possible que ce filon se prolonge au delà de la vallée de San Bartolo au-dessous des couches de tufs volcaniques.

Ce qui frappe d'abord, au premier coup d'œil jeté sur le champ minier de Pachuca, c'est l'altération plus avancée des roches aux environs des affleurements des filons. Cela porte de suite à invoquer à côté des actions atmosphériques des phénomènes en liaison directe avec la formation même des filons. D'abord, les roches, morcelées dans le voisinage des filons par les efforts qui ont déterminé les fractures, ont pu être pénétrées par les agents du remplissage ; les eaux chaudes siliceuses ont laissé l'excédent de silice qui imprègne les roches des épontes ; la vapeur d'eau hydrosulfurée, circulant par de petits interstices, a dû déterminer la kaolinisation des roches, fait souvent observé et qu'on retrouve maintenant dans quelques fumerolles de nos volcans actuels. D'autre part, quelques minéraux des filons facilement oxydables aident à l'altération des roches à leur contact.

Parfois, les affleurements des filons, appelés généralement par les mineurs mexicains *crestones*, surpassent de quelques décimètres la surface du terrain, surtout quand ils sont formés de quartz compact, dont la couleur blanche fait contraste avec le ton jaune brunâtre du sol. Le filon de « Torteza » nous montre un bon exemple de *creston* saillant qu'on peut facilement voir, même à distance. De la ville de Pachuca on distingue le *creston* partant du sommet de la montagne de Santa Apolonia.

Quelques-uns des *crestones* saillants sont composés de bandes de quartz qui alternent avec des bandes de roches brunes très silicifiées, dont il est difficile de préciser la structure primitive ; elles procèdent pourtant certainement des roches andésitiques des épontes emprisonnées à l'intérieur du filon pendant le remplissage et surchargées de silice par l'action hydrothermale, ce qui leur donne l'aspect de rhyolites comme dans les filons de Schemnitz.

La calcite est rare dans les *crestones*, cependant un cas a été observé dans le filon « d'Analco », près de la mine de « Dolores Tezon », mais il paraît qu'ici la calcite est d'origine secondaire.

Dans les endroits où le sol est peu incliné, ce qui arrive à la base des montagnes et sur les plateaux étendus aux sommets, les *crestones* sont recouverts par les débris ou par la terre végétale et l'on n'a d'autres indices pour reconnaître la route du filon que la nuance jaunâtre des terres ou les nombreux cailloux de quartz résultant de la désagrégation du filon même.

Le filon de « La Vizcaina », un des plus importants, offre une apparence différente de celle des *crestones ;* le quartz n'existe qu'en minces rubans, laissant la place à une grande quantité d'argile qui

est le principal constituant du filon à la surface, avec un peu de carbonate de chaux en veinules. Parfois la structure est bréchiforme, indiquant un remplissage moderne de la fracture superficiellement vidée auparavant. La découverte de ce gros filon à Pachuca eut lieu presque accidentellement, car personne n'eût songé à trouver les énormes richesses profondes au-dessous de ces masses de débris.

Il est connu à Pachuca que les filons à *crestones* peu définis, où le quartz est rare à la surface, sont ceux qui contiennent ces richesses en profondeur, ce que démontrent les travaux souterrains qu'on a faits pendant les dernières années et qui ont mis à jour la grande *bonanza* de « San Rafael » et celles de « Barron » et de « Santa Gertrudis ».

Quelques parties des *crestones* quartzeux sont accompagnées de pyrites altérées, d'oxydes de manganèse et d'autres minéraux, souvent argentifères, avec une teneur assez grande même en or, pour avoir été exploitées. Ces *bonanzas*, tout à fait superficielles, appelèrent d'abord l'attention des explorateurs, dès les premières années de la conquête du Mexique, vers 1550, époque de la fondation de la ville de Pachuca. Nous voyons encore de grandes coupes à ciel ouvert dans les filons de « Cristo », « Rejona », « Analco », etc., indiquant quelle a été là l'importance des *bonanzas* superficielles.

Nous avons déjà remarqué que la puissance des filons de ce district n'est pas très grande; l'épaisseur du filon de « Valenciana » oscille entre 0^m60 et 3^m, celle de « Analco » de 1^m20 à 6^m, de « Cristo », 1^m à 5^m.

Parmi les accidents des filons observés à la surface, on peut citer les bifurcations. Un filon se divise en deux, trois ou plusieurs branches divergentes, ou bien, un filon une fois bifurqué, les deux branches se rejoignent plus loin renfermant une lentille de roche (caballo), généralement très silicifiée. Parmi les nombreux cas observés, nous nous rappelons les arceaux de « Rosario Viejo », celui du filon de « Maravillas », de « Valenciana », mais surtout la grande ramification courbe du filon d' « Analco », près du tunnel de « Rosario ». Dans toutes ces ramifications courbes, l'un des deux bras conserve la direction générale du filon, tandis que l'autre s'éloigne en décrivant un arc de cercle de grand rayon.

Nous passerons maintenant en revue l'étude de la nature même des filons jusqu'à la profondeur où s'est maintenu le niveau des eaux dans les mines, pendant notre visite dans les jours de l'inondation ; nous avons regretté de ne pouvoir avancer nos études jusqu'aux travaux les plus profonds et constater si de nouvelles modifications existent dans la nature de la minéralisation.

Dans les filons de Pachuca, on peut distinguer d'abord deux zones importantes dans le sens vertical, caractérisées par la nature diverse des minerais qui s'y trouvent ; quoique ces zones ne se présentent pas absolument dans tous les filons, les cas sont si nombreux que nous croyons pouvoir faire cette distinction : A, zone des minerais oxydés (colorados) et B, zone des minerais sulfurés (negros). La première zone contient, comme minerais exploitables, des oxydes de fer, souvent aurifères, d'abondants oxydes de manganèse, etc., la seconde zone contient des sulfures de différents métaux, fer, plomb, argent, etc.

Les minerais de la zone supérieure, ainsi qu'on peut le supposer, sont oxydés par des actions exclusivement extérieures, par exemple, la production d'oxydes de fer par l'action atmosphérique sur les pyrites, qui a dû s'avancer jusqu'aux profondeurs les plus diverses en rapport avec le niveau hydrostatique.

Ce sont ces classes de minerais, probablement accompagnés de chlorures et de bromures d'argent, qui ont donné, il y a beaucoup d'années, les grandes *bonanzas* superficielles de ce district et il faut chercher dans la présence de ces minerais le secret de leur facilité à être traités par le procédé métallurgique d'amalgamation *au patio*, depuis le jour de sa découverte dans une petite usine à Pachuca. L'examen des coupes délaissées par les plus anciens travaux à ciel ouvert sur les filons du « Bristo » et « Analco », nous montre fort bien qu'on a dû extraire exclusivement des minerais oxydés. De nos jours, les exploitations se trouvent presque toujours dans des régions plus profondes, où dominent les minerais noirs ou sulfurés, car les endroits riches près des *crestones* ont été épuisés par les premiers chercheurs qui les ont exploités. Il nous reste, partant, bien peu de la zone supérieure minéralisée pour se procurer de bonnes données sur sa complète nature et ce sera la zone sulfurée, où sont localisés les travaux actuels, que nous tâcherons de décrire.

Le procédé suivi par la nature, pendant le remplissage des fractures, a été celui d'une véritable incrustation ou concrétion qui n'est pas partout bien démontrée à cause des mouvements survenus dans les fentes après le dépôt métallifère ; ces mouvements, pourtant, n'ont pas été assez intenses pour détruire toute trace de concrétion sur le parcours d'un seul et même filon. En effet, comme nous le disons plus loin, ils ont produit une trituration ou un morcellement dans la masse filonienne qui, en facilitant les transports, a eu une grande influence sur la distribution de la richesse et qui explique les relations des zones de plus grande dureté avec les parties enri-

chies. Ces accidents, de même que toute autre catégorie de faits d'observation, n'échappent pas à l'œil exercé de nos ouvriers mineurs.

La matrice qui forme la presque totalité du remplissage est le quartz, comme nous l'avons déjà dit ; il passe jusqu'à la roche des épontes en les silicifiant ; le quartz, d'un blanc un peu laiteux ou bien hyalin, a l'aspect de la calcédoine dans les rubans adossés aux épontes et sur quelques points il prend une teinte vert clair ; beaucoup de filons contiennent de l'améthyste plus ou moins abondamment, tantôt tapissant des géodes, tantôt en rubans formés de cristaux groupés et rayonnants qui alternent avec des rubans de quartz blanc.

La calcite ne se trouve qu'en petite quantité dans la matrice des filons de Pachuca, et sa présence est loin d'y être toujours constante ; elle vient en petits cristaux sur les géodes du quartz, ainsi qu'en veinules qu'obstruent de minces fentes ouvertes après le complet remplissage du filon, enfin, dans les dernières couches de concrétion.

En ce qui concerne la présence des sulfures, il semble que ces minéraux, tels que la pyrite, la galène, l'argentite, se sont déposés dans la plupart des cas en même temps que le quartz, car le mélange de ceux-ci est si parfait qu'il est impossible de les séparer ; mais en même temps, le quartz dépourvu de sulfures se trouve isolé de celui qui en contient ; il y des bandes alternatives de quartz riche et stérile, disposées comme des venues successives. On voit ces couches de concrétion alternées, arrangées en séries parallèles symétriques à côté des épontes. Les travaux de « San Pedro », à la mine du « Cristo » nous en ont donné un bon exemple ; d'ailleurs, à la profondeur de 160^{m} à la mine de Santa Ana sur le filon de « Vizcaina », les sulfures noirs viennent combler les veinules irrégulières qui traversent le quartz et indiquent que ce sont ces sulfures qui ont été déposés les derniers.

Des fragments de roches arrachés aux parois et englobés par la matière des filons, se rencontrent à toutes les profondeurs connues, bien que sans aucune régularité dans leur distribution et dans leurs dimensions ; ces fragments plus ou moins anguleux, avec des arêtes un peu émoussées, ne se touchent pas les uns les autres, ils surnagent dans la masse même des filons ; tout porte à croire qu'ils n'ont pas été apportés de loin. La concrétion du quartz aussi bien que celle des sulfures se fait autour de chaque fragment avec la même régularité que dans toute l'épaisseur du filon. Il y a des places où nous trouvons de nombreux fragments disposés en ran-

gées et ces roches encaissées ne subissent d'autre modification qu'une simple silicification.

Le manganèse est aussi très répandu dans ces filons, et parfois s'y trouve en quantité suffisante pour constituer la majeure partie de la gangue ; il s'y présente, depuis les *crestones* jusqu'à de grandes profondeurs, en variant la nature de ses composés chimiques. Dans le *creston* du filon d' « Analco », les oxydes noirs de manganèse terreux ou compacts apparaissent, tantôt intimement mêlés au quartz, tantôt isolés en rubans. Quelques dizaines de mètres au-dessous de la surface, les oxydes diminuent pour laisser place au silicate, rhodomite, à nuances et structures variées, compactes, fibreuses, etc. Les minerais extraits de la fameuse *bonanza* de la mine de « Rosario » furent caractérisés par l'extraordinaire abondance de silicate de manganèse et même d'oxydes associés aux sulfures argentifères. Il faut mentionner aussi d'autres composés qui s'y trouvent en moindre quantité, la xonaltite, la bustamantite et la rhodochrosite.

De la manière dont se présente le manganèse dans les filons, il résulte qu'il a dû apparaître après le premier dépôt de quartz, car très rarement nous le voyons concrétionné près des épontes, tandis qu'au milieu il est mêlé aux sulfures noirs argentifères, auxquels il a dû servir de véhicule. Quand ce manganèse n'existe pas aux *crestones*, les parties profondes en contiennent une petite quantité et on l'y trouve au même titre que la calcite, parmi les derniers produits de la concrétion, venant tapisser comme celle-ci les vides laissés par le quartz.

A la mine de « Barron » dans le filon de « Santa Gertrudis », il a été trouvé exceptionnellement de la barytine en beaux cristaux, à la profondeur de 150^{m}. A mesure qu'on descend dans les puits des filons, on voit les oxydes de fer diminuer peu à peu ; il ne reste à la fin que deux bandes étroites, adhérentes aux épontes ; en même temps, les oxydes manganésifères se transforment lentement en silicates ; par conséquent, on pourrait croire que ces oxydes prennent naissance après la dissolution du silicate de manganèse par les eaux carbonatées de la surface, lesquelles, sous certaines conditions, détermineront la reprécipitation en oxydes. Ainsi, les produits oxydes de fer et de manganèse seront tous les deux en constant rapport.

Les ouvriers des mines de Pachuca ont l'habitude d'appeler, depuis longtemps, *quemazones* les minerais chargés d'oxydes de manganèse, qui ont une couleur noire ou très foncée; si c'est

l'oxyde de fer qui domine dans les minerais, ils le désignent sous le nom de *colorados* et souvent aussi de *podridos* si la masse a une allure terreuse.

La pyrite est très fréquente dans les parties minéralisées et aussi très abondante dans la masse des roches, dans le voisinage des filons, tantôt sous la forme de petites masses à structure grenue, tantôt sous celle de fins cristaux et grains isolés. L'existence de la pyrite dans les roches, près des parois des filons, est si constante, que cette règle a servi de guide plus d'une fois au cours des grands travaux d'investigation ou de communication, pour déceler la proximité du filon à chercher. La pyrite contenue dans les roches des épontes, généralement en petits grains ou cristaux très complets et bien formés, ne contient aucune trace de métaux précieux; par contre, la pyrite des filons, massive et grenue, en contient presque toujours. Dans les parties stériles des filons, une augmentation de la pyrite accuse l'approche d'un enrichissement avec beaucoup de sulfures noirs.

Si la pyrite se présente dépourvue d'argent et d'or dans la roche stérile, riche dans les filons, nous sommes obligés d'admettre pour ce minerai une double origine; la formation de la pyrite dans les roches peut ainsi être due à l'oxydation par les fumerolles de certains minéraux composants de ces roches, par exemple à l'action de l'hydrogène sulfuré et de la vapeur d'eau sur le fer oxydulé.

Les roches très altérées et fragmentées aux environs des *crestones* montrent, à la surface des plans de fracture, un mince tapis de très fins cristaux de pyrite de formation récente; ici, le sulfate de fer qui résulte de la décomposition des pyrites des *crestones* circule avec les eaux météoriques par les mêmes interstices des roches et régénère la pyrite sous des conditions spéciales en présence de la matière organique qui doit s'y trouver, car nous voyons cette pyrite seulement près de la surface.

La pyrite massive des filons se trouve la plupart du temps avec les autres minéraux sulfurés (la galène à grain fin, l'argentite, la chalcopyrite) et dans quelques parties riches, avec l'estéphanite et la polybasite, tous intimement liés au quartz mêlé de silicates de manganèse ; la blende n'existe que rarement dans les régions maintenant exploitables.

Il y a eu des exemples dans quelques travaux où elle a occasionné un appauvrissement et il paraît aussi qu'elle augmente avec la profondeur. L'argent natif se rencontre à toutes les profondeurs. Dans la mine de « Zotol » ainsi que dans la mine de « San Rafael »,

à 350m au-dessous de la surface, on a trouvé des minerais contenant un peu de blende et des fils de cuivre natif. L'argent rouge (rosicler) n'a jamais été vu dans ces filons, ce qui distingue les mines de Pachuca de celles d'autres régions minières du Plateau Central mexicain, telles que Guanajuato, auxquelles nous les avons plusieurs fois comparées, et que M. Von Grodeck mentionne toutes les deux comme appartenant au même type, c'est-à-dire au type Schemnitz. Le même auteur a fait une distinction entre les minerais oxydés rouges et les minerais noirs manganésifères comme étant séparés les uns des autres ; mais nous avons déjà dit qu'ils se présentent toujours ensemble.

Un des problèmes les plus importants que présente le grand réseau filonien de Pachuca est celui de la distribution de la richesse, aussi bien suivant la direction horizontale que suivant l'inclinaison. Malheureusement, les données que nous avons recueillies sont fort incomplètes et nous ne saurions dire les grandes difficultés que nous avons eues pendant nos recherches, faute de plans des anciens travaux, d'ailleurs très vastes, et le peu d'attention accordé à cette question par les ingénieurs chargés de lever les plans des fouilles récentes. L'observation même des cavités laissées par les grandes *bonanzas* extraites ne peut pas se faire facilement ; les anciens travaux sont détruits ou abandonnés, et les modernes sont encombrés par les matériaux entassés pour assurer la route vers les récentes exploitations.

Un coup d'œil jeté sur la projection horizontale du plan, que nous avons publié des travaux souterrains de Pachuca, montre immédiatement que les parties bonancibles se groupent en une zone dirigée N. O. S. E. presque normale au système parallèle de filons et que ces *bonanzas* sont distribuées d'une manière alternante, c'est-à-dire que la *bonanza* d'un filon vient se placer en face d'une portion stérile du filon voisin et ainsi de suite ; cette succession n'est pas absolument constante.

Si l'on regarde la projection verticale, la distribution qu'on y observe mène à considérer les *bonanzas* comme groupées en deux zones ; l'une, que nous appelons la zone supérieure, est située à peu près au-dessus du puits de « San Juan » ; cette zone a donné des minerais oxydés dont les *bonanzas* ont été extraites depuis longtemps. La zone inférieure va jusqu'aux travaux actuels et est aujourd'hui la seule importante. Dans certains filons (Cristo, etc.), les *bonanzas* correspondent à la zone supérieure. Dans d'autres (Vizcaina, Santa Gertrudis), elles correspondent plutôt à la zone infé-

rieure, tandis que dans les filons « d'Analco », « Corteza », etc., elles appartiennent aux deux zones.

La forme de chaque *bonanza* est tout à fait irrégulière, quoiqu'elle ait une tendance à s'allonger en prenant la forme elliptique ; il est rare qu'elles présentent des contours circulaires et qu'elles ressemblent à de véritables *colonnes* ou *cheminées*, termes impropres, parfois usités pour désigner les *bonanzas* de Pachuca.

Si nous comparons le nombre de *bonanzas* trouvées dans chaque zone, nous trouvons qu'il est plus grand dans la première, contrairement à ce qu'on supposait jadis malgré le témoignage des fouilles énormes près de la surface. Tout le monde a cru que la seule région bonancible à Pachuca se trouvait au delà de 100 ou 150^{m} au-dessous de la superficie du sol.

Quant aux dimensions des *bonanzas*, celles-ci varient considérablement, atteignant parfois des proportions colossales. Nous parlerons d'une des plus grandes, celle de « San Rafael », dans le filon de « Vizcaina » ; elle fut trouvée, il est vrai, au-dessous de 100^{m}, les travaux n'arrivent encore qu'à la limite inférieure. Sa forme rappelle celle d'une ellipse dont le grand axe, orienté N. O.-S. E. a plus de 1.000^{m} et le petit plus de 400^{m} ; l'épaisseur moyenne est de 2^{m}50.

Quelquefois on a vu dans quelques filons des phénomènes de rupture plus ou moins importants avec des déplacements, généralement de peu d'étendue ; nous citerons la rupture du petit filon de la « Zorra », avec une petite dislocation. La faille produite est seulement de quelques décimètres et remplie d'argile ainsi que d'autres matières qui résultent de la désagrégation des roches. A la mine « del Porvenir », peu éloignée du filon de la « Zorra », il s'est produit des cas semblables, mais la dislocation la plus importante a eu lieu dans le filon de « Santa Gertrudis », près du puits de « Bartolomé de Medina ». Ce filon, de 5^{m} de puissance, est séparé en deux parties par une coupure de près de quatre mètres, sans avoir souffert d'aucun rejet. En dehors de ces derniers cas, qui ne sont pas très fréquents, puisque les cas cités sont les seuls qu'on ait observés, il faut en ajouter d'autres qu'on trouve dans presque tous les filons : d'abord, des bandes étroites d'argile séparent les filons des épontes et ensuite un véritable concassement du quartz des filons lui fait perdre la structure concrétionnée qui lui est propre et occasionne le déplacement des minerais plus denses dans les endroits où ils s'accumulent. Ces minerais qui sont composés de toute sorte de sulfures présentent un aspect terreux et pulvérulent

sans mélange de parties stériles. Ils sont, par suite, extraordinairement riches, les cavités où se font ces accumulations ont été désignées par les mineurs sous le nom de *bolsas*.

Dans les filons très quartzeux et même très durs, on rencontre des surfaces polies miroitantes qui indiquent, de même que les bandes d'argiles (salbandes) contre les épontes, des glissements plus ou moins accentués. En outre, de fortes compressions, agissant sur les parties des filons déjà triturées, occasionnent un nouveau durcissement qui transforme le quartz, etc., en de vraies brèches.

Il paraîtrait que les mouvements ainsi accusés par ces filons datent de l'époque de l'éruption relativement récente des roches labradoritiques éparses sporadiquement dans ces montagnes ; ce mouvement a pu continuer pendant longtemps ; il continue même peut-être encore actuellement, mais en tout cas très atténué.

La *bonanza* de « San Rafael » a donné dans une période de huit ans la forte somme de 12.500.000 fr. et celle de « Rosario » 28.000.000 de fr. de 1853 à 1883. De la mine de « Encino » on a extrait, le siècle passé, une *bonanza* de 6.000.000 au-dessus de 200^{m} de profondeur. Réunissant les produits de toutes ces grandes *bonanzas*, on peut calculer que le seul district de Pachuca a donné le chiffre, déjà énorme, de 3.000.000 de kilos d'argent, se répartissant ainsi : près de 1.712.000 kil. depuis la découverte jusqu'en 1858, et le reste, c'est-à-dire un peu moins de la moitié, pendant les 39 dernières années.

Les mineurs emploient différents termes pour désigner les parties riches en minerai et qui donnent par eux-mêmes une idée de leur grandeur relative. Les petites *bonanzas*, de forme plus ou moins régulière, sont nommées *clavos ;* lorsque plusieurs se trouvent très rapprochées on les appelle *bobos ;* les parties riches isolées distribuées au hasard dans les filons, et plus petites encore, sont désignées sous le nom de *ojos*. On comprend que ces mots n'ont pas un sens absolument précis.

Les espaces qui séparent les *bonanzas* d'un même filon, beaucoup plus grands que ceux occupés par les *bonanzas* mêmes, sont si variables qu'on ne peut se régler sur aucune base et toute prévision devient impossible.

A Pachuca, on admet comme un fait d'observation l'appauvrissement des minerais vers la profondeur. Dans plusieurs exemples, en effet, en atteignant l'extrémité d'une *bonanza* on a trouvé le remplissage formé en grande partie de blende stérile. Les minerais sont lourds et ont bonne apparence, mais la teneur en argent est si faible, qu'elle ne couvre pas les frais d'exploitation.

Jusqu'à présent, on n'a pas encore atteint la zone stérile et les investigations à une plus grande profondeur sont rendues bien difficiles par les eaux qui envahissent le fond des puits et les derniers tunnels. Quand des moyens d'épuisement plus puissants auront plus tard mis à sec les plus puissantes excavations, on peut espérer découvrir encore de nouvelles parties riches. Nous sommes d'avis qu'en passant la zone plus ou moins bien définie de blendes pauvres, on pourra arriver à une nouvelle partie où le remplissage serait principalement de minéraux plus rebelles ou basiques, comme la polybasite, l'estéphanite, etc., minéraux argentifères que nous trouvons aujourd'hui accidentellement ainsi que la blende. Les plus profonds travaux actuels se trouvent dans une zone de transition.

Nous avons déjà dit qu'il y a des alternances entre les *bonanzas* des filons dans le sens horizontal ; quand on trouve des parties enrichies dans les branches d'un filon bifurqué, alors celles-ci viennent se projeter l'une sur l'autre sur le plan moyen du filon. Des exemples clairs nous en sont donnés par les bifurcations de « Maravillas », « Pabellon », ainsi que dans le filon d' « Analco » avec les *bonanzas* de « Rosario » et « Guatimotzin ».

Il arrive fréquemment que les parties riches des filons correspondent aux endroits où l'épaisseur a subi un élargissement, ce qui fait les *bonanzas* encore plus importantes ; de même elles se localisent là où le filon est moins incliné et où il change d'inclinaison.

Il nous reste à dire, en terminant, qu'après les actions survenues en dehors du remplissage métallifère, il y a des mouvements qui tendent au rétablissement de l'équilibre définitif de cette région si tourmentée par les phénomènes volcaniques prolongés dont elle a été le théâtre.

ÉTUDE SUR LES OVICELLES DES BRYOZOAIRES DU BATHONIEN D'OCCAIGNES

par M. CANU.

La localité d'Occaignes (Orne) est peut-être le plus riche gisement des Bryozoaires jurassiques. Le sable en contient des quantités prodigieuses. Evidemment ils sont roulés pour la plupart par le courant bathonien encore très rapide ici, mais les échantillons de parfaite conservation sont assez communs : il suffit d'un peu de patience pour les trier.

J'ai eu la bonne fortune de découvrir un grand nombre d'exemplaires munis de leurs ovicelles, ce qui m'a permis d'en faire une étude spéciale. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

1° Dans une même espèce l'ovicelle est variable en forme et en grandeur.

2° Ces variations présentent toutes les formes transitoires depuis la simple dilatation zoéciale jusqu'à l'ovicelle proprement dit, dont la forme et surtout la grandeur sont spécifiques.

Prenons par exemple la *Diastopora* (*Berenicea*) *diluviana* Haime ; nous voyons successivement une petite dilatation zoéciale tronco-conique (fig. 2), une dilatation plus grande fortement tronquée en avant (fig. 2), une dilatation très accentuée ponctuée ou striée (fig. 1 et 3), et enfin un ovicelle complètement étalé (fig. 4).

La même évolution s'observe sur *Diastopora Michelini* Blv. (fig. 10 et 11), sur *Spiropora annulosa* Mich. (fig. 16, 17, 18, 19, 20), etc.

Toutes ces formes sont-elles réellement les variations mêmes de l'ovicelle et, par conséquent, les stades successifs parcourus pour arriver à sa forme définitive ? Ou bien sont-elles autant d'ovicelles distincts. Je ne voudrais pas me permettre de trancher définitivement la question. Cependant, en me basant sur les travaux de S. Harmer (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, p. 208, 1896), je crois que la première hypothèse est la plus plausible. Mais comment expliquer alors ces arrêts dans le développement ? La cause m'en échappe absolument. Elle est probablement multiple et même, je pense, spécifique. Ainsi j'ai plusieurs échantillons ovariens de *Diastopora* (*Berenicea*) *Archiaci* Haime : ils sont tous parfaitement constitués ; je n'en possède pas de très jeunes.

Il est un fait capital qui se dégage de ces observations. Sur les espèces fossiles, il est impossible de décrire l'ovicelle si l'observateur ne dispose pas d'un nombre suffisant d'échantillons pour en connaître toutes les variations. Dans leur jeune âge les ovicelles d'espèces absolument distinctes (*Diastopora diluviana*, *D. Michelini*, *Spiropora annulus*, etc.) sont absolument semblables : ils ne se différencient que dans leur développement ultérieur.

Gregory (Cat. fos. Bryozoa, p. 12) dit que les gonocystes ne sont pas produits par la modification d'une zoécie. C'est une erreur. Les figures que je donne ici prouvent le contraire. Ce n'est pas seulement une illusion extérieure. L'ovicelle brisé (fig. 15) montre clairement l'existence d'un tube inférieur dont l'ovicelle n'est que la terminaison dilatée. Ma conclusion est donc identique à celle qu'Harmer (*loc. cit.*) avait formulée pour les espèces vivantes.

Les ovicelles des Diastopòres paraissent se rapporter à plusieurs types généraux.

1° Des boursoufflures interzoeciales, à contours assez indéterminés et dont l'ouverture n'est pas toujours apparente. C'est la grande majorité des formes jurassiques, crétacées (Novak, Pergens) et actuelles (Smitt, Hincks, etc.).

2° Des dilatations très nettes intercalées, à contours bien définis, et dont l'ouverture est très évidente : *Diastopora parvitubulata* Greg., *D. lamellosa* Mich., *D. microstoma* Mich. Greg.

3° Des tubes de plus fortes dimensions, dont l'extrémité s'ouvre sur toute la largeur : *D. Gregoryi* (nob.). Quand ces ovicelles sont accouplés ils forment des éminences pyramidales très saillantes qui constituent probablement les « Gonocysts pyramidaux » de Gregory. Mais je fais sur ce genre particulier de fortes restrictions, n'ayant pas à ma disposition un nombre d'échantillons suffisants.

4° Des tubes fermés ou « gonœcies » signalés par Gregory dans *D. foliacea* Lamx et que je n'ai pas retrouvés.

Si nous nous en tenons aux deux premières catégories, nous pourrions peut-être nous baser sur leurs caractères pour établir deux vrais genres, absolument naturels, qui mettraient fin aux interminables discussions auxquelles donnent lieu, depuis bientôt un siècle, la constitution des genres *Diastopora*, *Berenicea*, *Proboscina*, *Mesenteripora*, etc.

II

La comparaison des formes d'une même espèce sur des échantillons provenant d'une même localité est toujours avantageuse. Grâce

à l'étonnante richesse de cette merveilleuse localité, je suis en mesure de relever quelques erreurs bibliographiques qui ont échappé au Dr Gregory dans son travail si consciencieux sur les Bryozoaires jurassiques.

A mon grand regret je ne puis adopter la classification qu'il propose. Waters (*Natural Science*, vol. IX, 1896, p. 334) a déjà fait des restrictions. J'en ferai d'autres. Il divise l'ordre des Cyclostomes en quatre sous-ordres ; *Articulata*, *Tubulata*, *Dactylethrata* et *Cancellata*.

Il définit le troisième sous-ordre p. 184 : « Cyclostomata in which the normal zoecia are elongate, simple tubes, of the same general character as those of the Tubuliporidœ. Dimorphism occurs, and the zoarium consists of normal zoecia, separated by numerous Dactylethræ, which often form the major part of the zoarium. Zoarium usually large and complex ».

Et page 12, il définit les Dactylethræ : « A name proposed for a form of aborted zoecia consisting of short cœcal tubes, closed externally. They occur, for example, in *Terebellaria* ».

Ce sous-ordre correspond donc partiellement aux Clausidæ de d'Orbigny. Que sont donc ces Dactylethræ? Pour d'Orbigny (Bryoz. crét., p. 879) « ce sont des cellules avortées prêtes à se développer dans des circonstances données ». Pergens (Revision Bryoz. crét., p. 312) dit : « Les pores accessoires sont d'un volume inférieur (aux ouvertures réelles); ils naissent des parois zoéciales et tous offrent des diamètres à peu près identiques. Ils se rattachent à la première catégorie », c'est-à-dire aux cavités intersquelettiques. En parlant de ces dernières Pergens ajoute (p. 308) : « Ces cellules y sont logées seules ou bien par groupes de plusieurs. Elles entretiennent la nutrition du squelette et empêchent, en les espaçant, les couches de calcaire d'être trop serrées pour l'arrivée des substances nutritives. Je crois donc pouvoir conclure que ces petites cavités intersquelettiques ont partout le même rôle. Dans les espèces à fort dépôt de carbonate de chaux, au lieu de loges arrondies, elles affectent la forme de petits canaux plus ou moins en entonnoir aux extrémités, etc. » Jullien devait compléter ces aperçus de Pergens. Il appelait « pores origelliens » ces cavités intersquelettiques et, dans plusieurs circonstances, il indique le contenu purement cellulaire de ces pores.

Ainsi, soit que les Dactylethræ soient de simples cellules avortées (d'Orbigny, Gregory), soit qu'ils ne soient que des cavités origelliennes (Pergens, Jullien), il n'est pas raisonnable de fonder un sous-ordre, des familles, des genres, sur un caractère aussi dubitatif ou aussi peu important.

Mêmes observations pour le quatrième sous-ordre *Cancellata*. Gregory (p. 12) définit les *Cancelli* : « Passages between the zoecia of some genera, as in *Lichenopora*. They may be definite, closed tubes, in which case they may be regarded as only a variety of median tubuli ; or they may be irregular, loose passages, cavities left between the zoecia, the walls of which do not coincide ». Voilà une définition bien vague. Smitt s'est contenté de les appeler « Cancelli », Hincks et Pergens n'indiquent pas leur nature. Jullien (Cap Horn. p. 83) dit : « Entre les zoécies existent des zoéciules (*Cancelli* Smitt) (qui sont les équivalents des avicellaires des Cheilostomes), dans lesquels on observe des épines de formes diverses perpendiculaires sur la surface interne du zoéciule. » Petits tubes, vagues cavités, zoéciules, c'est tout ce que nous savons sur les *Cancelli!* Il est impossible d'admettre une classification basée sur un tel caractère.

Dans son tableau de la page 24, le Dr Gregory tient compte de la saillie du péristome, de la forme de la zoécie, de la longueur zoéciale et de la forme zoariale. Mais il passe sous silence la grandeur de l'ouverture et la largeur zoéciale, caractères capitaux dont Pergens a démontré la constance relative dans une même espèce (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1837, p. 9). Cet oubli mène le lecteur à des erreurs considérables.

Dans tout l'ouvrage il n'y a pas une mesure micrométrique, et comme les figures sont à des échelles différentes, quelquefois erronées, leur comparaison est extrêmement difficile. Ainsi, par exemple, sur le tableau, le chiffre 3 indique les zoécies très longues, 2 les moyennes, 1 les courtes. Or, je relève les mesures suivantes sur ses propres figures :

	Mesures	
	relatives	sur les figures
Berenicea compressa	3	1mm à 1mm3
— *diluviana*	2	1mm1
— *verrucosa*	1	1mm2

C'est à n'y rien comprendre. La conclusion sera toujours la même : il n'y a pas de déterminations exactes sans mesures micrométriques.

Stomatopora Bronn., 1825.

Stomatopora dichotoma Lamx, 1821.

1821. *Alectodichotoma* Lamouroux. Exp. meth. Polyp., p. 84, pl. 81, fig. 12-14.

1896. *Stomatopora dichotoma* Gregory. Catal. foss. Bryozoa, p. 42, pl. 1, fig. 1, 2 (ovicelle). Bibliographie.

A Occaignes, comme partout ailleurs, cette espèce est abondante. Elle est connue du Lias, du Bajocien et du Bathonien.

STOMATOPORA DICHOTOMOIDES d'Orb., 1849.

1849. *Stomatopora dichotomoides* d'Orb. Prodr. Pal. str., 1, p. 288.
1854. — — Haime. Bryoz. jurass. *Mém. Soc. Géol. France*, sér. 2, t. V, p. 163, pl. 6, fig. 2.

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes (1) :

	Nob.	Haime
Ouverture	0,10	0,10
Largeur zoéciale	0,18 à 0,21	0,20
Distance	0,85 à 1,00	1,00

Gregory (*loc. cit.*, p. 50) donne deux figures de cette espèce. La figure 4 (pl. 1), qu'il donne comme var. *attenuata* Walf., est au contraire le type même de Haime. La fig. 3, qu'il donne comme type, est une autre espèce. Cette erreur m'oblige à rejeter et sa bibliographie et sa répartition géologique.

Walford a donné des dimensions très différentes de celles de Haime. Sa détermination était, comme la majorité de celles qu'il a faites, absolument erronée. Elles ont heureusement été rétablies par Gregory.

L'espèce est certainement connue du Bajocien anglais et français, du Bathonien anglais, français et autrichien.

STOMATOPORA WALTONI Haime, 1854.

1854. *Stomatopora Waltoni* Haime. Bryoz. Jurass. *Loc. cit.*, p. 162, pl. 6, fig. 3.
1896. — — Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryoz., p. 54, pl. 1, fig. 5 (Bibliographie).

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture	0,11 à 0,14
Largeur zoéciale	0,25 à 0,28
Longueur zoéciale	0,70 à 0,85
Pore	0,007

Je relève sur la figure de Gregory des mesures identiques. L'espèce est connue du Bajocien et du Bathonien français et anglais.

(1) Le millimètre est toujours pris pour unité.

Proboscina Audouin, 1826.

PROBOSCINA SPATIOSA Walf. var. BREVIS. Walford, 1889.

1889. *Proboscina spatiosa* Walford. Bry. Shipton. *Quat. Journ. Géol. Soc.*, vol. 45, p. 566, pl. 17, fig. 1-3, pl. 18, fig. 1-5.

Les dimensions des échantillons d'Occaignes sont les suivantes :

Ouverture.	0,12 (très saillante) à 0,17.
Péristome.	0,28 (très constant)
Diamètre zoécial.	0,35
Longueur des péristomes très saillants.	0,30
Pores	0,014
Distance des zoécies médianes.	1,00 à 1,20
Distance des zoécies latérales .	0,70

Les zoécies sont trisériales, très poreuses, ridées transversalement; elles commencent très minces, s'élargissent beaucoup et se relèvent en se rétrécissant.

Ces mesures sont celles que Walford a données pour la var. *brevis* de sa *Proboscina spatiosa*.

L'espèce est connue du Bajocien anglais et du Bathonien français.

PROBOSCINA JACQUOTI Haime, 1854.

1854. *Proboscina Jacquoti* Haime. Bryoz. Jur. *Loc. cit.* p. 169, pl. 7, fig. 5.

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture.	0,13 à 0,14
Péristome.	0,17
Largeur zoéciale.	0,21
Distance	1,4

Gregory donne deux figures de cette espèce. La fig. 2, pl. 2, est bien, mais la fig. 6, pl. 1, est une autre espèce. Cette dernière figure est d'ailleurs analogue à l'une des deux figures qu'il donne de la *Berenicea compressa* Gold. et qui ne se ressemblent guère non plus. La différence d'aspect provient de la différence d'échelle. Cette erreur m'oblige à rejeter partiellement sa bibliographie et sa répartition géologique. L'espèce est certainement connue du Bajocien français et allemand et du Bathonien français et anglais.

Berenicea Lamx, 1821.

Ce genre était depuis longtemps disparu de la nomenclature et il avait été fondu avec le genre *Diastopora* Lamx. Gregory, dans son Catalogue, le reprend et le défend; pour lui la forme unilamellaire rampante est un caractère générique. Il reconnaît bien (p. 76) que certaines espèces sont tantôt libres et tantôt rampantes, mais il déclare que le cas est assez rare dans les espèces jurassiques pour justifier le maintien du genre *Berenicea*.

Les formes libres d'une même espèce sont en effet légèrement différentes des formes rampantes. Les premières sont plus régulières, plus constantes, mais la raison est purement zoariale. Dans les Cheilostomes, les formes *Vincularia* et *Biflustra* d'une même Membranipore offrent des différences analogues et il ne vient à l'esprit de personne de les séparer. D'ailleurs je démontre plus loin que *Berenicea verrucosa* M.-Edw. est la forme rampante de *Diastopora Michelini* Blv., que *Diastopora Lamourouxi* M.-Edw. est la forme libre de *Berenicea diluviana* Haime (1). En ce qui concerne seulement les Bryozoaires jurassiques, il y a d'autres rapprochements à faire. Je les ferai quand j'aurai entre les mains assez de matériaux pour rendre ma démonstration irréfutable.

Je pense donc, avec tous les Bryozoologistes, que les *Berenicea* et les *Reptomultisparsa* d'Orb. sont des *Diastopora*. D'ailleurs, comme je l'ai fait pressentir plus haut, tous ces archaïsmes disparaîtront bientôt de la nomenclature.

Je relèverai encore une erreur du Dr Gregory. Il dit (p. 117) que « Pergens has retained the genus *Diastopora* for the unilaminate forms transferring *Bidiastopora* and *Mesenteripora* to the Entalophoridæ ». Or Pergens n'a jamais rien pensé de pareil. Il dit notamment (Rev. Bryoz. cret., page 336) en parlant de *Diastopora marginata* : « La description est exacte sauf en ce qui concerne la place dans le genre *Mesenteripora*. La colonie n'a pas de lame germinale mais elle est formée de deux couches adossées comme on les rencontre dans les *Diastopora* du Bathonien ». Il a simplement oublié la présence de cette lame zoariale dans la diagnose du genre, mais il en tient toujours compte et il reste en parfait accord avec les iconographes des espèces vivantes.

(1) Les formes unilamellaires libres ne le sont pas en réalité. Elles encroûtent des substances végétales que la fossilisation fait disparaître.

Diastopora Lamx, 1821.

DIASTOPORA DILUVIANA Haime, 1854, fig. 1-4.

? 1821. *Berenicea diluviana* Lamx. Exp. méth. Polyp., p. 81, pl. 80, fig. 3-4 (figure indistincte, description incomplète).
1854. — — Haime. Bryoz. juras. *Loc. cit.*, p. 177, pl. 7, fig. 2*a*, 2*d*, non 2*b*.
1867. — *insignis* Reuss. Jura Balin. *Denk. k. Akad. Wiss. Wien*, vol. 27, p. 6, pl. 1, fig. 4.
1867. — *striata* Reuss. Jura Balin. *Loc. cit.* p. 7, pl. 1, fig. 5.
1896. — *diluviana* Gregory. Cat. foss. Juras. Bry., p. 89, pl. 4, fig. 4.
1896. *Proboscina Rigauxi* Gregory. *Loc. cit.*, p. 69, pl. 2, fig. 6.
1896. *Berenicea compressa* pars. Gregory. *Loc. cit.*, pl. 3, fig. 2 (si l'échelle est exacte).

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture	0,128 à 0,14
Péristome	0,17 à 0,18
Largeur zoéciale	0,21
Longueur zoéciale moyenne . . .	1,00
Longueur zoéciale minimum. . .	0,71

Je complèterai la description de Haime.

Les zoécies sont totalement ou partiellement visibles. Les plus jeunes ont des dimensions moindres. Les adultes paraissent striées transversalement. Ces stries sont dues à des rangées transversales de pores origelliens dont s'encroûtent les tubes. Cet encroûtement fait augmenter la largeur du péristome qui peut atteindre jusqu'à $0^{mm}20$; dans beaucoup de cas il peut s'enlever au scalpel. Dans les vieilles zoécies il les rend absolument indistinctes à leur base et elles paraissent jaillir d'une croûte striée concentriquement. Les tubes sont très nets dans leur quart supérieur et se relient légèrement à leur extrémité.

Les figures 1, 2, 3, 4 représentent les différentes phases du développement de l'ovicelle de cette espèce.

L'historique de la *Berenicea diluviana* est des plus intéressants.

Au commencement de ce siècle, ce nom était appliqué à toutes les Bérénices découvertes dans les terrains jurassiques. C'est ainsi

que du Musée de Caen sont partis, sous la même dénomination, des échantillons appartenant à des espèces absolument différentes.

1° La *B. diluviana* de Lamouroux est figurée comme de petits tubes droits plantés sur une croûte calcaire. Comme la *B. verrucosa* M.-Edw. présente aussi cet aspect, il est absolument impossible de dire si cette figure se rapporte à l'une plutôt qu'à l'autre espèce.

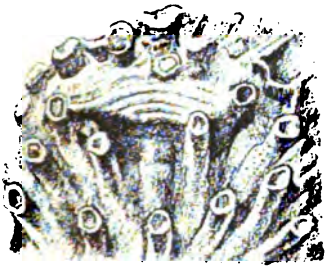


Fig. 1.

Fig. 2.

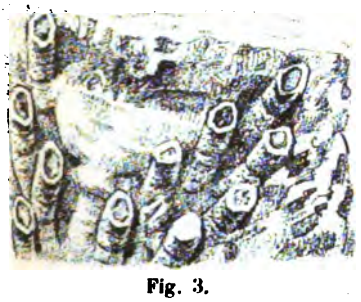


Fig. 3.

Fig. 4.

Berenicea diluviana Haime. × 21. — Fig. 1. Jeune zoarium. — Fig. 2. Zoécies visibles. Origine et développement de l'ovicelle. — Fig. 3. Ovicelle développé sur le bord d'une colonie. Zoécies rapprochées. — Fig. 4. Ovicelle complètement développé. Zoécies partiellement visibles.

2° Les échantillons du Musée de Caen communiqués à Milne-Edwards et qu'il a figurés comme *B. diluviana* appartenaient à une autre espèce. Comme ses figures étaient meilleures, d'Orbigny et beaucoup d'autres auteurs les ont utilisées de préférence, propageant ainsi une erreur involontaire. L'espèce d'Edwards est devenue la *Reptomultisparsa microstoma* de Gregory.

Trompé par ces faux échantillons, Milne-Edwards a appelé *Diastopora Lamourouxi* précisément la *B. diluviana* Haime, peut-être Lamx.

3° Les échantillons vus par Haime au Musée de Caen étaient de différentes natures. *a*) Ils appartenaient en partie à une espèce longue dont les tubes sont couchés sur la plus grande partie de leur longueur, toujours visibles, et se redressent à leur extrémité en faisant une saillie plus ou moins prononcée, ce qui n'est pas tout à fait l'aspect de la figure de Lamouroux. Il les a dessinés sur la figure 2 *d* de son remarquable travail. Son ouvrage étant classique, cette figure est, depuis 1854, considérée comme le type même de *B. diluviana*. C'est pourquoi je le considère comme le type même de l'espèce. *b*) Une autre partie des échantillons était analogue à ceux qui avaient été communiqués à Milne-Edwards. Il les a représentés dans sa figure 2 *b*. Je ne sais pourquoi il les a tous identifiés, car ses figures sont très dissemblables comme dimensions et comme aspect. Mais cette figure 2 *b* a certainement induit en erreur plusieurs auteurs et notamment Reuss.

En résumé, au Musée de Caen, sous l'étiquette *B. diluviana* Lam, il y avait donc au moins trois espèces : *B. verrucosa* M.-Edw., *B. diluviana* Haime ou *Diastopora Lamourouxi* M.-Edw. et *Reptomultisparsa microstoma* Greg.

Voilà le résultat du travail des auteurs qui ont examiné les originaux ! Si nous passions en revue les auteurs qui se sont basés sur les figures nous arriverions à des résultats surprenants. Comme la chose nous entraînerait trop loin je ne parlerai ici que de Reuss.

Cet auteur, se servant de la figure de Milne-Edwards et de la figure 2 *b* de Haime, a appelé *B. diluviana* une espèce que l'on pourrait être tenté, pour cette raison, de rapporter à *Reptomultisparsa microstoma* Greg. Or, j'ai eu la chance de trouver à Occaignes des échantillons absolument semblables aux figures de Reuss. C'est une espèce distincte. J'en reparlerai plus loin.

Reuss a figuré une *B. insignis* qui me paraît être la *B. diluviana* Haime. « Les cellules semitubulaires, dit-il (2^{mm} de long, 5 à 6 fois aussi longues que larges), sont sur la longueur totale presque d'égale largeur (1) et séparées par des sillons nets. Le quart extérieur se relève assez fortement, de telle sorte que l'extrémité est franchement libre. Les ouvertures sont rondes, disposées en lignes transversales irrégulières. La surface des cellules apparaît finement et

(1) Les cellules régulièrement cylindriques s'observent communément dans la *B. diluviana* Haime.

irrégulièrement striée et d'une douce porosité ». Ce sont bien les caractères de *B. diluviana* Haime. La seule différence est dans la longueur des zoécies. Le maximum qu'il m'a été donné d'observer dans l'espèce de Haime est 1m5 (1).

La *B. striata* Reuss est incontestablement la même espèce. Les dimensions sont les mêmes et j'ai des échantillons d'Occaignes qui rappellent absolument sa figure. Ils passent à l'espèce type et sont de jeunes colonies.

Gregory a rapporté *B. insignis* Reuss à *B. compressa* Goldf. malgré les différences notables signalées entre les deux espèces par Reuss lui-même. Il a rapporté la *B. striata* Reuss à la *B. striata* Haime, bien que Reuss ait accompagné sa détermination d'un (?).

Gregory donne deux figures de la *B. diluviana*. La fig. 4 de la pl. 4 est bien. Mais l'autre, p. 92, « Pl. II, fig. 6. A young zoarium (the *Diastopora spatiosa* Walford). Cornbrash : Rushden Encrusting *Terebratula intermedia* J. de C. Sow. × 12 dia. **B. 4846** », est aussi donnée comme figure de la *Proboscina Rigauxi* (p. 69) avec le même numéro **B. 4846**. Cette figure est donc décorée de trois noms différents. J'ai un échantillon d'Occaignes absolument semblable et qui est incontestablement *B. diluviana* Haime.

L'espèce est très variable d'aspect à cause de ses stries plus ou moins prononcées, et qui apparaissent souvent sur les très jeunes zoécies (2). Mais sur un grand nombre d'échantillons tous les passages sont observés et le micromètre ne marque aucune différence.

Il faut rejeter toutes les synonymies des auteurs qui n'ont pas figuré leurs échantillons à moins qu'ils n'indiquent très nettement leurs références.

Limitée ainsi que nous le faisons, *B. diluviana* Haime est purement bathonienne en France, en Angleterre et en Allemagne.

Diastopora verrucosa M.-Edw., 1838.

1838. *Diastopora verrucosa* M.-Edw. *Mém. Ann. Sc. nat.*, sér. 2, t. IX, p. 229, pl. 14, fig. 2.

1854. *Berenicea verrucosa* Reuss. Bryo. br. Jura Balin, *loc. cit.*, p. 7, pl. 1, fig. 7.

(1) *Diastopora foliacea* parmi les formes libres possède seule des zoécies aussi longues. C'est peut-être avec elle que l'espèce de Reuss a le plus d'affinité. Mais il faudrait mesurer les originaux.

(2) L'éclairement même fait varier l'aspect de ces stries. Quand on le fait varier, un même échantillon peut apparaître sous le microscope très fortement ondulé ou absolument lisse.

1896. *Berenicea verrucosa* Gregory. Cat. foss. Jur. Bryozoa, p. 102, pl. 5, fig. 4, 5.
? 1821. — *diluviana* Lamouroux. Exp. meth. Polyp., p. 81, pl. 80, fig. 3, 4.

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture	0,13 (0,11 à 0,14).
Largeur zoéciale et du péristome.	0,16 (0,14 à 0,17).
Distance	0,43 (min.) à 0,85 (max.).

Milne-Edwards a décrit sous ce nom une espèce se présentant en minces croûtes plus ou moins circulaires. Comme description, il se contente de dire que les premières zoécies sont relevées verticalement, tandis que les autres sont couchées. La figure qu'il donne est assez médiocre, cependant il est facile d'y voir que les cellules couchées sont séparées par des sillons profonds.

Haime, qui avait à sa disposition un grand nombre d'échantillons, n'a pu retrouver cette espèce. « La *D. verrucosa* M.-Edw., dit-il, p. 178, me paraît n'être pas autre chose que le jeune état de la *B. diluviana*, où les testules sont libres sur une plus grande étendue. On remarque en effet que les individus des jeunes testiers sont généralement plus saillants dans ce genre et les genres voisins qu'ils ne le sont dans les testiers parvenus à un certain degré de développement ».

Reuss retrouve l'espèce à Balin et en figure les zoécies relevées.

Gregory joint aux caractères cités par M.-Edwards des cellules plus courtes et un péristome plus saillant que dans *B. diluviana*. Il figure avec beaucoup d'exactitude les cellules couchées.

J'ai un grand nombre d'échantillons, tous venant d'Occaignes et très bien conservés. Il n'y a pas de doute, la *B. verrucosa* est une espèce bien distincte de *B. diluviana*. Les caractères particuliers cités par Milne-Edwards, Reuss et Gregory sont bien réels.

L'aspect général rappelle assez bien celui que présenteraient des épingles fichées sur une pelote. C'est aussi sous cet aspect que Lamouroux a figuré *B. diluviana*, de sorte que sa figure se rapporte à l'une aussi bien qu'à l'autre espèce.

Cette espèce offre de grandes difficultés de détermination en raison de son double caractère, si l'observateur ne dispose pas d'un nombre suffisant d'échantillons. Ces difficultés n'étaient pourtant pas de nature à arrêter un esprit aussi judicieux que celui de Haime. D'où vient donc son refus de considérer *B. verrucosa* comme espèce distincte ? Nous en trouvons l'explication dans cette phrase

qui termine ses observations précitées sur cette espèce : « Au reste, ajoute-t-il, il est très difficile de déterminer l'espèce à laquelle appartiennent les petites croûtes arrondies que l'on rencontre fréquemment sur les fossiles de la Grande Oolithe et même, dans certains cas, de décider *si l'on a affaire à l'origine d'un testier de Bérénice ou d'un Diastopore* ». Très certainement Haime était parvenu à la même conclusion que nous :

Diastopora verrucosa M. Edw. *est la forme rampante de* Diastopora Michelini *Blv.*

Pourquoi ne l'a-t-il pas affirmé autrement que par un sous-entendu ? Probablement parce qu'il était influencé par le mélange de formes qui étaient étiquetées *B. diluviana* au Musée de Caen (1). Mais aujourd'hui cette hésitation n'est plus possible. Les caractères zoéciaux des deux espèces sont les mêmes, les ovicelles sont les mêmes, les dimensions sont les mêmes. Nous maintenons énergiquement notre assimilation.

DIASTOPORA SPATIOSA Walford, 1889.

1889. *Tubulipora spatiosa* Walford. Bry. Shipton. *Quat. Journ. Geol. Soc.*, vol. 45, p. 567, pl. 18, fig. 10-12.

1896. *Berenicea spatiosa* Gregory. Cat. foss. Juras. Bry., p. 86, pl. 3, fig. 1 (Bibliographie).

L'espèce est abondante à Occaignes. J'ai relevé les mesures suivantes :

		Walford
Ouverture	0.13 à 0,14	0,16 à 0,17
Largeur zoéciale	0,30	0,40
Longueur maximum de la saillie du péristome	0,21	

Cette espèce, fortement striée, est caractérisée par la portion *distale* des zoécies qui est fortement saillante et réfléchie, à angle droit. Mes mesures sont celles que je relève sur la figure de Gregory, mais ne sont pas celles de Walford.

L'espèce est connue du Bajocien français et du Bathonien français et anglais.

DIASTOPORA ARCHIACI Haime, 1854.

1854. *Berenicea Archiaci* Haime. Bryoz. jurass., *loc. cit.*, p. 180, pl. 9, fig. 11.

1896. — — Greg. Cat. foss. jurass. Bryo., p. 97, pl. 4, fig. 1 et 2 (Bibliographie).

(1) Et qui le sont peut-être encore.

Les mesures de mes échantillons sont les suivantes :

Ouverture	0,057 à 0,07
Péristome	0,085 à 0,10
Largeur zoéciale	0,14 (0,16 pour Haime)
Distance	0,35 à 0,50
Ovicelle ponctué	0,64 sur 0,70

Mes échantillons rappellent absolument et rigoureusement, comme aspect des tubes et des ovicelles, les figures 1 et 2 de Gregory. Mais les dimensions relevées sur ces figures sont juste doubles. Je pense qu'il doit y avoir erreur dans l'indication du grossissement. Le zoarium grandeur naturelle mesure 5 de diamètre ; grossi, il mesure 50 : le grossissement serait donc de 10 au lieu de 6 qui est indiqué.

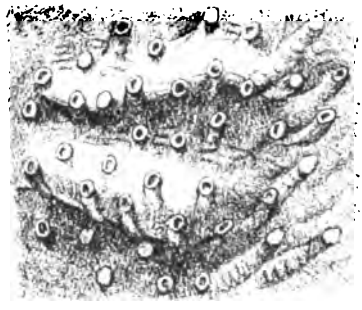


Fig. 5. — *Diastopora Archiaci* Haime. Ovicelle d'une variété très striée. × 21.

Cette espèce est remarquable par la petitesse des zoécies. Les figures de Gregory ne s'accordent pas beaucoup, comme tubes et ovicelles, avec la figure de Haime.

L'espèce est répandue dans le Lias, le Bajocien, le Bathonien et l'Oxfordien.

DIASTOPORA ARCHIACI Haime, var., fig. 5.

1896. *Berenicea Archiaci* Gregory. *Loc. cit.*, pl. 4, fig. 3.

C'est une variété plus fortement striée, dont je donne les ovicelles d'après un échantillon d'Occaignes. Les mesures sont identiques.

? DIASTOPORA SAUVAGEI Gregory, 1896, fig. 6.

1896. *Berenicea Sauvagei* Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryo., p. 82, pl. 3, fig. 4.

Les dimensions relevées sur les échantillons d'Occaignes sont les suivantes :

Ouverture	0,057 à 0,07
Péristome	0,085 à 0,10
Largeur zoéciale	0,17 à 0,21
Distance	0,40 à 0,65
Ovicelle	5 sur 6,4

Les cellules sont poreuses, entièrement visibles, quelquefois sinueuses, non striées, dilatées, à col très rétréci et saillant. Cette espèce se distingue en outre de l'espèce précédente par ses plus grandes dimensions zoéciales.

Elle se rapproche de *B. Sauvagei* Gregory par sa description. Mais les figures et les dimensions ne sont pas les mêmes. L'ovicelle se rapproche de celui que Gregory a figuré pour *B. compressa* Goldf.

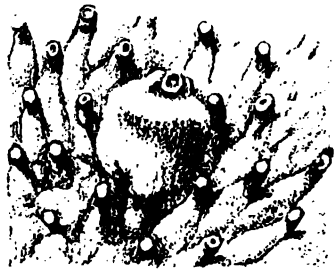


Fig. 6. — *Diastopora Sauvagei* (?) Gregory. Ovicelle. A cette échelle il a été impossible de représenter convenablement les pores. × 21.

Diastopora Reussi (nom. nov.), fig. 7, 8.

1867. *Berenicea diluviana* Reuss. Bryo. braun. Jura Balin, *loc. cit.*, p. 6, pl. 1, fig. 1, 2.

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture.	0,128 à 0,14
Péristome.	0,20 à 0,21
Largeur zoéciale.	0,25 à 0,37
Longueur zoéciale.	0,43 (0,64 au max.)

Les zoécies sont légèrement striées, très courtes et très ventrues; elles sont très pressées sur les bords. Les échantillons d'Occaignes sont multilamellaires. Sur l'échantillon figuré ici, la couche qui porte les ovicelles a des tubes assez saillants mais très couchés et

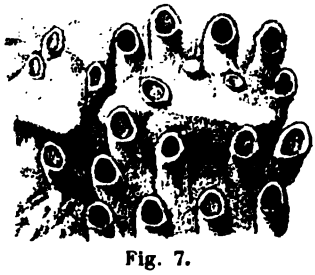


Fig. 7.

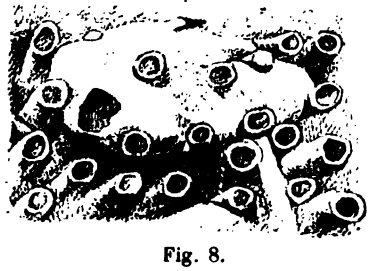


Fig. 8.

Diastopora Reussi (nom. nov.). × 21. — Fig. 7. Origine et développement de l'ovicelle. — Fig. 8. Ovicelle développé. Zoécies courtes couchées et un peu saillantes.

une autre couche a des tubes à peine distincts comme dans la figure de Reuss. Les sillons de séparation sont surtout profonds vers les bords marginaux des colonies.

Reuss avait décrit comme suit cette espèce : « Cette espèce paraît avoir un aspect très variable selon son âge. En général les jeunes colonies ont les extrémités antérieures des cellules plus marquées. Avec l'âge, les délimitations latérales deviennent peu visibles.... Les cellules faiblement séparées sont à peine deux fois aussi longues que larges, deviennent plus étroites, se relèvent peu vers l'extrémité, et sont à la surface supérieure unies, sans sillons transversaux ». C'est rigoureusement ce que nous avons observé. Mais ce n'est pas du tout la *Berenicea diluviana* Haime.

Gregory a maintenu la synonymie sur l'affirmation de Reuss. C'est inexact. Le savant anglais a pourtant bien établi que *B. diluviana* est plus longue que *B. verrucosa*. Or, ce caractère n'existe pas sur les figures de Reuss très bien faites et toutes à la même échelle. Mais cet oubli est très excusable. Je ne m'en serai peut-être pas aperçu moi-même si je n'avais pas eu l'occasion d'étudier cette remarquable localité d'Occaignes où toutes ces formes sont abondantes et très bien conservées.

L'ovicelle est semblable dans son développement et dans sa forme dernière aux ovicelles de *D. diluviana* et *D. Michelini*.

L'espèce est connue du Bathonien français et autrichien.

DIASTOPORA UNDULATA Michelin, 1846.

1846. *Diastopora undulata* Michelin. Ic. Zooph., p. 242, pl. 56, fig. 15.
1854. *Berenicea microstoma* Haime. Bryoz. juras. *Loc. cit.*, p. 178, pl. 7, fig. 3.
1867. — — Reuss. Bryoz. braun. Jura Balin. *Loc. cit.*, p. 8, pl. 1, fig. 6.
1896. — *Portlandica* Gregory. Cat. foss. juras. Bryoz., p. 83, pl. 3, fig. 5.

Non *Reptomultisparsa undulata* Gregory.

Les dimensions de cette espèce sont :

Ouverture	0,10
Péristome et largeur zoéciale (?) . .	0,13 à 0,14
Distance	vers 0,70

Les échantillons sont souvent multilamellaires.

De toutes les figures de Bérénices de Michelin, c'est la seule acceptable. Les caractères sont nettement visibles, car l'espèce est très caractérisée.

Haime, qui a eu entre les mains les échantillons mêmes que Michelin avait fait figurer, affirme que *B. microstoma* Mich. = *B. undulata* Mich. et ne retient que le premier nom.

Gregory, sous le nom de *Reptomultisparsa undulata* Mich., a figuré et décrit une espèce absolument différente. Les mesures relevées sur sa figure indiquent une espèce beaucoup plus grande. Il est absolument inadmissible d'admettre que Michelin, Haime, Reuss aient consenti à appeler *microstoma* une espèce qui est précisément celle qui est munie de la plus grande ouverture. D'ailleurs les figures bien faites de Haime et de Reuss indiquent nettement des dimensions inférieures à celles de *D. diluviana* Haime. D'autre part, les plis sont bien plus accentués dans *B. undulata* Mich. que dans *B. undulata* Greg. J'ai les deux espèces ; la comparaison est très facile.

Trompé par sa fausse assimilation, Gregory, retrouvant l'espèce de Michelin, l'a appelée *Portlandica*.

L'espèce est connue du Bathonien français, anglais, allemand et du Portlandien anglais.

DIASTOPORA MICROSTOMA Gregory, 1896.

1838. *Diastopora diluviana* Milne-Edwards. Mem. Cris. *loc. cit.*, p. 228, pl. 15, fig. 3.

1852. *Reptomultisparsa diluviana* d'Orbigny. Bryo. crét. Pal. Fr., p. 877, pl. 761, fig. 7 (Ovicelle).

1854. *Berenicea diluviana* (pars) Haime. Bryo. Jur., *loc. cit.*, pl. 7, fig. 2 *b*.

1896. *Reptomultisparsa microstoma* Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryo., p. 114 (Bibliographie).

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture	0,11
Largeur zoéciale	0,14 à 0,20
Longueur zoéciale	0,50 à 0,70

Le péristome n'est pas saillant. Les sillons de séparation sont à peine visibles. Les zoécies, à peine striées, sont cylindriques quand elles sont jeunes, plus larges et plus ventrues quand elles sont adultes. Les ovicelles sont d'énormes sacs longitudinaux poreux, mesurant $1^{mm}5$ de longueur et 0,70 de largeur (voir la fig. de d'Orbigny).

Je n'ai qu'un échantillon d'Occaignes. J'en possède un autre de Luc qui présente une dizaine d'ovicelles magnifiques.

Cette espèce est multilamellaire. Elle encroûte spécialement les Gastropodes. C'est un cas curieux de parasitisme analogue à celui que Jullien a cité pour certaines espèces vivantes.

Gregory a très bien compris la synonymie de cette espèce. Il l'assimile avec *B. microstoma* Mich. Mais la figure de Michelin est absolument mauvaise, et Haime, qui a eu les originaux entre les mains, l'assimile à *B. undulata* Mich. J'attribue donc le nom à Gregory.

Ainsi, voilà une espèce très bien figurée dès 1838, dont l'ovicelle était connu dès 1852 et qui ne reçoit son nom définitif qu'en 1896!

L'espèce n'est connue que du Bathonien français.

DIASTOPORA GREGORYI (nom. nov.), fig. 9.

1896. *Reptomultisparsa undulata* Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryo., p. 115, pl. 6. fig. 2 (non syn.).

Les dimensions de cette espèce sont :

		GREGORY	D. DILUVIANA
Ouverture. . . .	0,13 à 0,14 (Max.=0,17)	0,13 à 0,14	0,13 à 0,14
Péristome. . . .	0,17 à 0,21	0,22 (?)	0,17 à 0,18
Largeur zoéciale.	0,21 à 0,28	0,27	0,21
Longueur zoéciale	0,75 à 0,85	0,72 à 0,90	0,70 à 1,00

Gregory avait assimilé cette espèce avec *B. undulata* Mich. J'ai expliqué précédemment (p. 275) pourquoi les deux espèces sont distinctes.

Mes échantillons d'Occaignes sont rigoureusement semblables à la figure de Gregory par l'aspect, par la description, par les mesures. Les zoécies sont tantôt cylindriques, tantôt élargies vers le péristome, tantôt indistinctes à la base et paraissant jaillir d'une croûte concentriquement striée. L'encroûtement origellien, cause des stries, est ici très apparent.

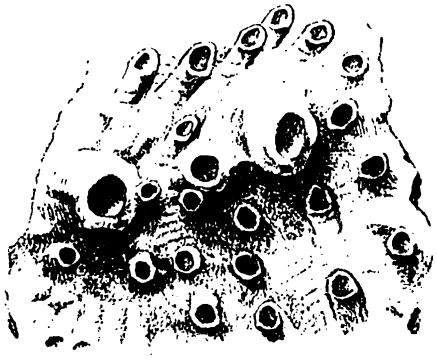


Fig. 9. — *Diastopora Gregoryi* (nom. nov.). Ovicelle (?). × 20.

L'espèce est très proche de *B. diluviana* Haime. Elle est simplement plus courte et plus large. Elle pourrait donc représenter la forme multilamellaire de cette espèce. En effet, Pergens a démontré (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1895, p. 8) que plus les tiges d'une espèce sont épaisses,

rifices zoéciaux d'une même lignée sont rapprochées et
pèces rampantes se compriment souvent en augmentant
ètre transversal. L'encroûtement origellien, les stries,
s variations zoéciales, les mesures, tout milite en faveur
ion des deux espèces. Si je maintiens la différence, c'est
u voir des ovicelles distincts. Mais je dois à la vérité
e de déclarer que je n'en possède qu'un seul échantillon
1).
n'est connue que du Bathonien anglais et français.

STOPORA FOLIACEA Lamouroux, 1821.

stopora foliacea Lamouroux. Exp. meth. Polyp., p. 42, pl. 73, fig. 1, 2 (non 3, 4).
— — Haime. Bryo. juras., *loc. cit.*, p. 184, pl. 8, fig. 3, fig. 4 (*Eudesiana*), fig. 10 (*Mettensis*).
— — Gregory. Cat. foss. juras. Bryo., p. 120, pl. 6, fig. 4 (*Gonœcium?*). Bibliographie.

ensions de cette espèce sont :

Ouverture	0,21 (max. = 0,26)
Largeur zoéciale	0,28 à 0,42
Longueur zoéciale	1,5 à 2,10

antillons d'Occaignes sont tous marginés comme dans la
Haime.
e est connue du Bajocien et du Bathonien.

ASTOPORA MICHELINI Blainville, 1830, fig. 10, 11.

senteripora Michelini Blainville. Dict. Sc. nat., t. 60, p. 397.
Man. Act., p. 432, pl. 71, fig. 5.
astopora Michelini Gregory. Cat. foss. juras. Bryo., p. 124,
pl. 7, fig. 2. Bibliographie.
renicea verrucosa Auct. Formes rampantes. Voir page 269.

nensions des échantillons bilamellaires sont :

		D. verrucosa
e	0,11 à 0,13	0,13 (0,11 à 0,14)
zoéciale et du péris-	0,16 à 0,20	0,16 (0,14 à 0,17)
r zoéciale la plus ente.	0,70 à 0,80	0,43 (min.) à 0,85 (max.)

nt peut-être des monstruosités.

La largeur zoéciale est très variable : elle varie beaucoup avec l'âge et la fossilisation des échantillons.

L'ovicelle commence à la manière ordinaire par une dilatation zoéciale (fig. 10) ; il s'étale en tronc de cône (fig. 11) et devient finalement une boursouflure (fig. 11).

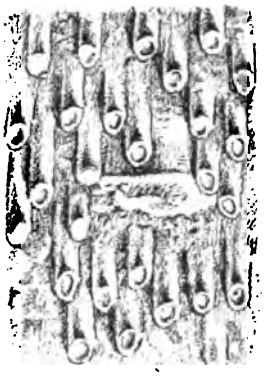


Fig. 10.

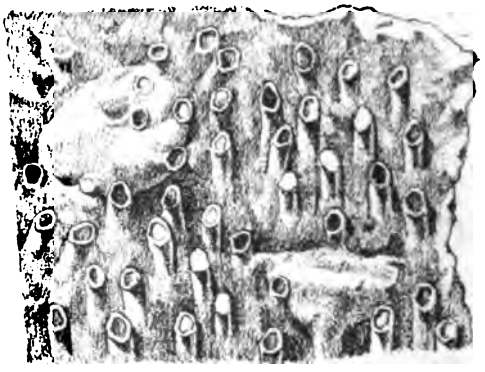


Fig. 11.

Diastopora Michelini Blv. × 21. — Fig. 10. Origine de l'ovicelle. — Fig. 11. — Développement de l'ovicelle.

La forme bilamellaire est connue du Bajocien et du Bathonien anglais et français. La forme rampante *(verrucosa)*, selon Gregory, est connue du Bajocien lorrain et anglais, du Bathonien français, anglais et autrichien, du Callovien français, de l'Oxfordien français et allemand, du Corallien français et allemand et du Kimeridgien allemand.

DIASTOPORA LAMELLOSA Michelin, 1846, fig. 12-15.

1846. *Diastopora lamellosa* Michelin. Icon. zooph., p. 241, pl. 56, fig. 11.
1852. *Multisparsa luceana* d'Orbigny. Bryoz. crét. P. F., pl. 761, fig. 1-3. Restauration. Ovicelle.
1854. *Diastopora lamellosa* Haime. Bryoz. juras. *Loc. cit.* p. 188, pl. 9, fig. 1, fig. 2 *(cervicornis)* ; fig. 3 *(ramosissima)*.
1896. — — Gregory. Cat. foss. juras. Bryoz., p. 128, pl. 7, fig. 3.

Les dimensions de cette espèce sont les suivantes :

Ouverture.	0,13 à 0,14
Péristome.	0,15

geur zoéciale. . . 0,22 à 0,28 (0,20 à 0,25 Haime)
gueur zoéciale . . 0,42 à 0,57 (Max. — 0,7)
celle. . . . . 1,30 sur 1,00

celles de cette espèce appartiennent au type de *D. micros-* sont d'énormes sacs piriformes et poreux. La bouche

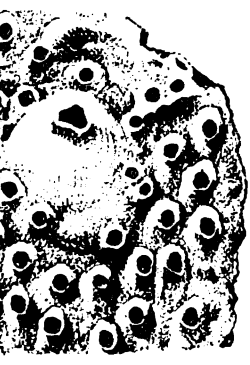


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

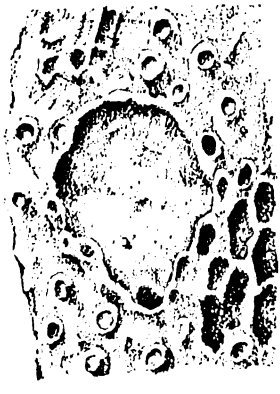


Fig. 15.

a lamellosa Mich. × 21. — Fig. 12. Ovicelle. Echantillon d'Occaignes. — . Ovicelle bien développé (St-Aubin). — Fig. 14. Deux ovicelles adjacents bin). — Fig. 15. Ovicelle brisé (Occaignes) montrant l'ouverture du tube ır dont il n'est que la partie dilatée.

rsale s'ouvre à l'extrémité d'un péristome peu saillant. Ils issent pas entre les zoécies comme ceux des autres espèces ;

ils sont nettement intercalés. Malgré l'aspect extérieur, ils sont encore nettement formés par une dilatation d'un tube. Le fait est facile à contrôler en brisant la paroi dorsale (fig. 15). L'ouverture du tube inférieur est bien visible à la partie inférieure.

Ces ovicelles ne sont pas rares à Occaignes et à Saint-Aubin. Cependant je n'ai pu saisir les différentes phases de leur développement : ils sont tous entièrement développés. Cette espèce se présente en couches multilamellaires adossées. Pourquoi le Dr Gregory n'a-t-il pas rétabli pour elle l'ancien genre *Multisparsa* d'Orb. ?

Je possède plusieurs échantillons unilamellaires. La lame zoariale montre nettement la prolifération des tubes.

L'espèce est connue du Bajocien et du Bathonien français et anglais.

Je résume, dans le tableau suivant, les mesures relevées sur les Diastopores d'Occaignes :

ESPÈCES	OUVERTURE	PÉRISTOME	LARGEUR ZOÉCIALE	LONGUEUR ZOÉCIALE
D. diluviana Haime.	0,13 à 0,14	0,17 à 0,18	0,21	1 (Min. = 0,70)
D. Gregoryi nom. nov. . . .	0,13 à 0,14 (Max. = 0,17)	0,17 à 0,21	0,27	0,75 à 0,85
D. Reussi nom. nov.	0,13 à 0,14	0,20 à 0,21	0,25 à 0,37	0,43 (Max. = 0,64)
D. spatiosa Walford.	0,13 à 0,14	Très saillant	0,30	
D. lamellosa Michelin	0,13 à 0,14	0,15	0,22 à 0,28	0,42 à 0,57 (Max. = 0,7)
D. Michelini Blainville (type).	0,11 à 0,13	»	0,16 à 0,20	0,70 à 0,80
D. Michelini (*verrucosa*) . .	0,13 (0,11 à 0,14)	»	0,16 (0,14 à 0,17)	0,43 (Min.) à 0,85 (Max.)
D. foliacea Lamouroux . . .	0,21	0,25 à 0,28	0,28 à 0,42	1,5 (Max. = 2,1)
D. undulata Michelin	0,10	»	0,13 à 0,14	vers 0,70
D. microstoma Gregory . . .	0,11	»	0,14 à 0,20	0,50 à 0,70
D. Archiaci Haime	0,057 à 0,07	0,085 à 0,10	0,14	0,35 à 0,50
? *D. Sauvagei* Gregory . . .	0,057 à 0,07	0,085 à 0,10	0,17 à 0,21	0,40 à 0,65

L'inspection de ce tableau montre combien il est facile de déterminer les Diastopores avec les mesures micrométriques. *D. diluviana* se distingue par sa grande longueur, *D. Gregoryi* par sa largeur, *D. Reussi* par sa petite longueur et sa grande largeur, *D. Michelini* par son étroitesse, *D. foliacea* par sa grande ouverture, les autres espèces par l'ensemble de leurs mesures. Evidemment ces mesures micrométriques n'excluent pas l'étude des autres caractères. Mais elles apportent un élément absolu qui facilite singulièrement le travail.

Spiropora Lamouroux, 1821.

OPORA ELEGANS Lamouroux, 1821.

opora elegans Lamouroux. Exp. method. Polyp., p. 47, pl. 73, fig. 19-22.
— — Gregory. Cat. foss. juras. Bryo., p. 144, pl. 8, fig. 4. Bibliographie.

uverture 0,28
argeur zoéciale . . . . . 0,33 (Haime).

antillons d'Occaignes ne sont pas très bons. Haime et déjà signalé l'espèce dans cette localité avec *Spiropora* Lamx, 1821, que je n'y ai pas retrouvée.

OPORA ANNULOSA Michelin, 1847, fig. 16-20.

opora annulosa Michelin. Icon. zooph., p. 339, pl. 56, fig. 3.
opora annulosa Gregory. Cat. foss. juras. Bryo., p. 146, l. 8, fig. 5. Bibliographie.

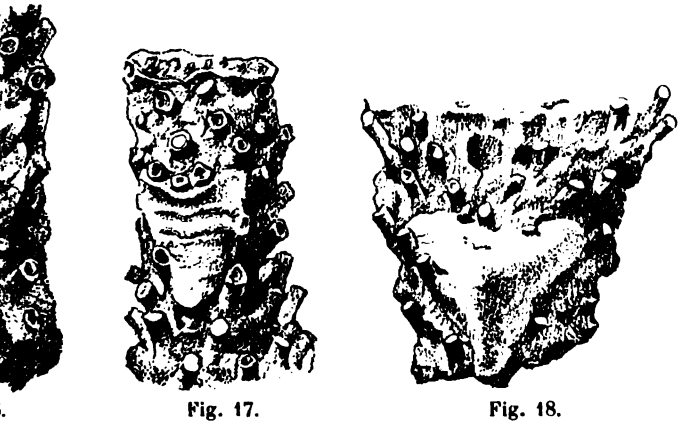


Fig. 17. Fig. 18.

nnulosa Mich. × 21. Fig. 16. Origine de l'ovicelle. — Fig. 17. Ovicelle plus développé. — Fig. 18. Ovicelle normal.

ensions de cette espèce sont :

uverture des tubes saillants . . . 0,11
uverture des tubes supérieurs . . 0,14
éristome . . . . . 0,15 à 0,18
uverture des tubes usés. . . . . 0,14 à 0,17
argeur zoécial 0,21

L'ovicelle commence comme celui des Diastopores (fig. 16); i s'étale ensuite et devient cordiforme (fig. 18). C'est le cas le plu fréquent. Les parties extrêmes de l'ovicelle contournent quelquefoi une partie du zoarium (fig. 19). Les ouvertures qui entouren l'ovicelle sont celles des tubes adjacents, comme le montre la fig. 20 et non celles de l'ovicelle lui-même.

Fig. 19.

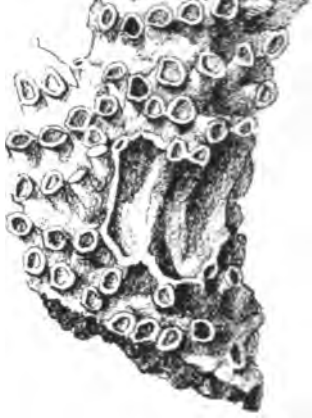


Fig. 20.

Spiropora annulosa Mich. × 21. — Fig. 19. Ovicelle contournant une branche Le dessinateur ne l a pas très bien rendu. L'ouverture supérieure est celle d'u tube et non celle de l'ovicelle. — Fig. 20. Ovicelle brisé montrant sa dispositio entre les zoécies. Spécimen usé.

Je ne pense pas que cette espèce soit *Spiropora verticillata* Goldf des terrains crétacés et tertiaires. Les mesures sont assez voisines mais il me paraît y avoir de notables différences.

Spiropora annulosa n'est connue que du Bajocien, du Bathonien et de l'Oxfordien.

Ceriopora Goldfuss, 1826.

Ce genre ne devrait plus être maintenu sous le nom de Goldfuss. car son créateur lui avait donné des limites dans lesquelles il n'est plus compris aujourd'hui. Blainville en avait séparé les formes rameuses à mésopores sous le nom de *Heteropora*. D'Orbigny qui confondait les dactylethræ avec les mésopores, a établi plusieurs mauvaises coupes que Haime, Reuss, Pergens ont successivement rejetées.

ns a très bien mis en évidence la différence qui existe entre ylethræ et les mésopores. L'étude attentive qu'il a faite de itution intérieure de ces formes l'ont conduit à des résultats ait accord avec ceux obtenus par les observateurs des espèces s. Il classe en *Heteropora* Busk les espèces pourvues de dac- æ et en *Ceriopora* celles qui sont munies de mésopores. A des nouvelles il aurait fallu un nom nouveau : il a eu tort ntenir celui de Blainville, qui n'était établi que pour des zoariales.

gory, après Ulrich, reprend ces archaïsmes sans signification . Il fonde deux familles distinctes sur la présence ou l'ab- es mésopores. Ces derniers ne sont que des tubes en voie de on. Ils sont présents ou absents sur une même espèce et la plupart du temps, sur un même échantillon.

les espèces jurassiques, je m'en tiens donc aux observations ne.

CERIOPORA CONIFERA Lamouroux, 1821.

Millepora conifera Lamouroux. Exp. Meth. Polyp., p. 87, pl. 83, fig. 6, 7.

Heteropora conifera Gregory. Cat. foss. juras. Bryoz., p. 202, fig. 19, 20, pl. 11, fig. 1. Bibliographie.

nésopores sont très nombreux, mais sur certains échantil- s disparaissent absolument.

verture mesure de 0,17 à 0,20. Quant aux mésopores ils n'ont dimension fixe : ils varient de 0,05 jusqu'à la grandeur e de l'ouverture.

CERIOPORA PUSTULOSA Haime, 1854.

Heteropora pustulosa Haime. Bryoz. juras. *Loc. cit.*, p. 210, pl. 11, fig. 2.

— — Gregory. Cat. fos. juras. Bryoz., p. 207, Bibliographie.

espèce est très connue.

erture est très variable de diamètre. Sur des échantillons n conservés, j'ai mesuré 0,26 à 0,28 en moyenne, avec un m de 0,14. Sur des échantillons moins bien conservés, j'ai ne moyenne de 0,17 à 0,21. Le diamètre zoécial, mesuré sur es longitudinales, est d'environ de 0,17 à 0,21. Les tubes se nt donc par une sorte d'entonnoir que l'usure fait dispa-

raître. Tout échantillon où cet élargissement n'est pas visible, e altéré par la fossilisation.

A Occaignes, les échantillons sont souvent dépourvus de mésc pores. Il est absurde de les placer dans une autre famille comm le pense le Dr Gregory (1).

Cette espèce n'est connue que du Bajocien et du Bathonien fran çais.

CERIOPORA GLOBOSA Michelin, 1846.

1846. *Ceriopora globosa* Michelin. Icon. zooph., p. 246, pl. 57, fig. 5
1896. — — Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryoz., p. 195 fig. 18, pl. 11, fig. 5. Bibliographie.

Les dimensions sont voisines de *C. pustulosa*. Le diamètre d l'ouverture varie de 0,17 à 0,21 avec un maximum de 0,26.

L'absence des pustules, les quelques tubercules disséminés entr les ouvertures et l'épaississement du péristome sont-ils des carac tères suffisants pour former une espèce ?

Cette espèce n'est connue que du Bajocien et du Bathonien e France et en Angleterre.

CERIOPORA CAPILLIFORMIS Michelin, 1844.

1844. *Chætetes capilliformis* Michelin. Icon. zooph., p. 112, pl. 26 fig. 2.
1896. *Heteropora capilliformis* Gregory. Cat. foss. Jurass. Bryoz. p. 209. Bibliographie.

L'ouverture mesure de 0,11 à 0,13.

Cette espèce est connue du Bajocien anglais, du Bathonien et d Corallien français.

III

Outre les espèces précédentes, j'ai trouvé à Occaignes quelque autres espèces, mais qui ne m'ont pas présenté de particularité intéressantes. La faunule de cette localité est résumée dans l tableau suivant. Je ne donne pas l'abondance relative, car j'ai jet presque tous les échantillons qui n'étaient pas en parfait état d conservation.

(1) Le British Museum ne possède qu'un seul échantillon venant de Rauville.

Bryozoa

TOMATOPORA Lamx, 1821.

dichotoma Lamx, 1821.
dichotomoides d'Orb., 1849.
Waltoni Haime, 1854.

PROBOSCINA Audouin, 1826.

. *spatiosa* Walf., 1889.
. *Jacquoti* Haime, 1854.
. *Eudesi* Haime, 1854.

DIASTOPORA Lamx, 1821.

1° *Ovicelle intercalé.*

(*Ber.*) *microstoma* Greg., 1896.
lamellosa Mich., 1846.

2° *Ovicelle étalé.*

(*Ber.*) *Reussi* nom. nov.
Michelini Blv., 1830.
Michelini forme *verrucosa* Edw., 1838.
(*Ber.*) *Archiaci* Haime, 1854.
(*Ber.*) *Sauvagei* Greg., 1896.
(*Ber.*) *diluviana* Haime, 1854.
diluviana forme *Lamourouxi* Edw., 1838.

3° *Ovicelle pyramidal?*

(*Ber.*) *Gregoryi* nom. nov.
(*Ber.*) *spatiosa* Walf., 1889.

4° *Gonœcie.*

oliacea Lamx, 1821.

5° *Ovicelle inconnu.*

ndulata Mich.

ENTALOPHORA Lamx, 1821.

18. *E. cellarioides* Lamx, 1821.

SPIROPORA Lamx, 1821.

19. *Sp. elegans* Lamx, 1821.
20. *Sp. annulosa* Mich., 1847.
21. *Sp. tetragona* Lamx, 1821.

HAPLOECIA Greg., 1896.

22. *H. irregulare* Greg., 1896.

CERIOCAVA d'Orb., 1852.

23. *C. corymbosa* Lamx, 1821.

APSENDESIA Lamx, 1821.

24. *A. cristata* Lamx, 1821.

LICHENOPORA Defr., 1833.

25. *L. Phillipsi* Haime, 1854.

POVOTUBIGERA d'Orb., 1852.

26. *P. minuta* Reuss, 1867.

TEREBELLARIA Lamx, 1821.

27. *T. ramosissima* Lamx, 1821.

CERIOPORA Goldf., 1827.

28. *C. conifera* Lamx, 1821.
29. *C. pustulosa* Haime, 1854.
30. *C. globosa* Mich., 1846.
31. *C. capilliformis* Mich., 1844.

Hydrozoa

Neuropora Defrancei Haime, 1854.
— *damicornis* Haime, 1854.
— *raristella* Reuss, 1867.

— Les dessins ont été faits avec beaucoup d'exactitude et de conscience Numa, d'après mes préparations.

Séance générale annuelle du 14 Avril 1898

PRÉSIDENCE DE M. CH. BARROIS, Président pour l'année 1897

M. Ph. Glangeaud, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

M. **Branner**, professeur de Géologie à Stanford-University (Californie), présenté par MM. Ch. Barrois et Bergeron ;

Le **Musée national géologique de Croatie**, présenté par MM. Bergeron et Blayac.

M. **Lambert** offre à la Société une brochure intitulée : *Note sur les Echinides de la Craie de Ciply*. Ce travail est accompagné de quatre planches.

M. **Ph. Glangeaud** offre à la Société géologique un exemplaire de son dernier travail : *Le Portlandien du bassin de l'Aquitaine* (Bull. des services de la Carte géol. de la France, n° 62), dont il a donné précédemment ici les principales conclusions.

M. **Depéret** offre à la Société une brochure intitulée : *Étude de quelques gisements nouveaux de Vertébrés pléistocènes de l'île de Corse* (Annales de la Société Linnéenne de Lyon, 1897).

Les recherches de M. le commandant Caziot ont amené la découverte en Corse de nouveaux gisements de Vertébrés quaternaires : 1° Sur la côte occidentale du cap Corse, entre Nonza et Farinole, des excavations le long des falaises marines ont fourni des débris d'un Cerf nouveau (*Cervus Cazioti*), de la section des *Eucladocerus*, voisin des *C. Falconeri* Dawk. et *Sedgwickii* Falc. du Pliocène supérieur d'Angleterre ; 2° Des remplissages de fentes des calcaires miocènes autour de Bonifacio, contiennent, *associés à des débris humains*, de nombreux restes du *Lagomys corsicanus* Cuvier (espèce qui se retrouve dans le Pliocène du Roussillon), de *Cervus Cazioti*, de *Capra*, d'Aigle pygargue.

Les affinités pliocènes évidentes du *Lagomys* et du *Cervus Cazioti* permettent de penser que la Corse communiquait encore avec le continent à la fin de l'époque pliocène et vraisemblablement même au début du Pléistocène. Des considérations paléo-géographiques fondées sur la similitude pétrographique de la Corse et des Maures, et sur les faciès fauniques des Mollusques pliocènes de cette région de la Méditerranée, rendent tout-à-fait probable cette communication avec la Provence, plutôt qu'avec l'Italie ou même avec l'archipel tyrrhénien.

ALLOCUTION PRÉSIDENTIELLE

PRONONCÉE DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE DU 14 AVRIL 1898

par M. **Charles BARROIS**

Messieurs,

ı touchant usage de la Société Géologique veut que ceux qui présidé vos séances, renaissent chaque année — pour un jour, — ue le jeudi de Pâques soit par eux consacré à la considération otre passé, à celle de votre avenir, et par dessus tout au culte confrères morts pendant l'année.

ı aujourd'hui le devoir mélancolique de rendre un dernier ıt de respect, en rappelant leur œuvre, à la mémoire des con-s, au nombre de quinze, qui nous ont été enlevés par la mort.

Bureau de la Société a été cruellement frappé cette année la personne de l'un de ses Vice-Présidents : une voix plus risée vous rappellera dans un instant, les titres scientifiques r **Lemoine**, mais il m'appartient de dire quel fut le deuil du au, et combien grand fut le vide que son décès inopiné laissa ı nous.

perte de M. **Descloizeaux**, déplorable pour la science française, ressentie par les savants du monde entier. Notre société ne ait attendre jusqu'à ce jour pour témoigner publiquement de ıdmiration envers lui, et nos Bulletins ont déjà enregistré les es de respectueuse reconnaissance que votre Président pro-ı en votre nom sur la tombe de ce savant éminent. L'histoire ciences rappellera que M. Descloizeaux, par ses déterminations ropriétés optiques des minéraux, a donné à la lithologie des inébranlables et assuré à la géologie de notre temps ses plus rquables progrès.

même temps que ces savants qui avaient entièrement voué vie au progrès de la science, nous avons perdu parmi nos con-s, nombre de bons esprits ; les uns consacraient leurs loisirs géologie, les autres nous faisaient profiter des observations illies dans l'exercice de leurs fonctions.

Villot, ingénieur en chef des mines, nous a entretenu de la ıtion des gîtes de bioxyde de manganèse, et du gisement des ons fossiles dans l'Aptien de Vaucluse.

M. **Beltremieux** était des nôtres par son étude des faunes fossiles de la Charente-Inférieure, et par sa description des falaises de l'Aunis. Il avait guidé notre excursion extraordinaire à Chatelaillon et nous avait fait profiter de sa profonde connaissance du Jurassique des Charentes. Maire de La Rochelle, il avait acquis des titres à la reconnaissance des naturalistes, par la façon splendide dont il avait organisé le Musée d'Histoire naturelle de cette ville.

M. **Jeanjean**, doué d'une aptitude remarquable et passionné pour les recherches géologiques, a fait de nombreuses découvertes dans les Basses-Cévennes : M. Parran vous les rappelait récemment en une page émue, insérée au Bulletin.

M. **Berthelin**, ancien vice-président de la Société, nous a fait connaître diverses espèces nouvelles de mollusques tertiaires, et nous a dotés du genre *Lapparentia*. Il a également contribué à faire mieux connaître les caractères et la faune des Foraminifères vivants et fossiles du Bassin de Paris, qu'il décrivit en divers mémoires, et notamment dans un ouvrage important sur les Foraminifères fossiles de l'étage Albien du Doubs. Voulant laisser sa collection de Foraminifères fossiles entre les mains de travailleurs, il l'a léguée au Muséum d'Histoire naturelle. Le soin infini avec lequel cette collection a été faite, la rendra précieuse aux spécialistes qui s'occupent des faunes mésozoïques : elle restera, suivant l'expression du Professeur de Paléontologie du Muséum, comme un témoignage de l'amour pour la science qu'avait M. Berthelin.

Notre longue liste nécrologique comprend encore les noms de M. **Lepargneux**, M. **Doumet-Adanson**, M. **Ply**, chef d'escadron d'artillerie, et du Dr **Lemire**, l'ami de tous ceux qui aimaient la nature, la mer, et ces côtes de France, dont il connaissait si bien la faune.

Des liens d'une nature spéciale nous attachent à nos confrères étrangers : car s'ils sont des nôtres, ils se sont enrôlés parmi nous poussés par le seul désir de nous lire ; et parmi ceux qui ont continué à nous lire, malgré le niveau toujours montant dans nos bibliothèques, des générosités des Services Géologiques, une place d'honneur doit être réservée à **Bernard Lundgren**, professeur à l'université de Lund. Élève d'Angelin et disciple d'Hébert, il aima toujours à comparer le sol de son pays à celui de la France, qu'il étudiât les couches crétacées, ou qu'il fît connaître les faunes mésozoïques scandinaves. Les *Listes des faunes fossiles de Suède* ont de tels caractères d'exactitude, qu'il suffirait à la gloire de Lundgren d'avoir inscrit dignement son nom sur cette grande œuvre, à côté

x de Lindström et de Nathorst. Mais on lui doit en outre des ires sur la paléontologie du Spitzberg, ainsi que sur des s jurassiques de l'Est du Groënland.

Colonel **Tabuteau**, membre de la Société depuis 1876, en était des figures connues, et longtemps il a donné l'exemple de luité à nos réunions extraordinaires.

s vous souvenez de quel étonnement douloureux nous saisit rt de notre jeune et distingué confrère **Léon du Pasquier**, ement cher à tous ceux qui m'entourent, comme géologue nir et comme enfant de Neufchâtel, — de cette ville, où naquit ence des glaciers, et d'où sortirent Agassiz, Guyot, Desor, et oujours fidèle à la vieille devise : « Noblesse oblige », sem- avoir réservé du Pasquier pour la génération nouvelle.

st à ce confrère, prématurément enlevé, que nous attribuons rite d'avoir démontré l'existence, dans le Nord de la Suisse, ois périodes glaciaires, représentées respectivement par les sses inférieures et les grandes moraines internes, — par les ers des terrasses supérieures avec Loess et les moraines nes, — par les graviers des plateaux, ou Deckenschotter, en on avec des moraines anciennes formées avant l'érosion des s. Ses recherches l'avaient ainsi amené à constater entre les ines et les alluvions une relation des plus intimes, à laquelle avait pas jusqu'alors prêté grande attention.

ntôt après il poursuivit ses études dans le Jura, bien qu'il pût ler téméraire d'y rechercher les subdivisions des terrains ires, en l'absence de formations interglaciaires. Ses efforts t encore couronnés de succès, car il parvint à distinguer, cette région, deux zones concentriques de dépôts glaciaires s. Ce fut pendant la seconde de ces glaciations, beaucoup s considérable que la première, que se déposèrent la plupart locs erratiques du Val-de-Travers dont il a décrit l'histoire ementée.

s tard, dans la Vallée du Rhône, il distingue une zone de ines externes recouvertes de Loess, et une zone de moraines nes dépourvues de Loess. De la zone extérieure partent les s terrasses (âge de l'*Elephas antiquus*), tandis que les basses sses (âge de l'*Elephas primigenius*) rejoignent les moraines nes. La célèbre coupe de Bianne, aux environs de Lyon, qu'il nnaître avec M. Penck, donna la démonstration définitive de nation du Loess pendant l'intervalle compris entre la dernière le glaciaire et celle qui l'a précédée.

Très peu sont arrivés à posséder, d'une façon aussi approfondie, la connaissance des questions glaciaires; aussi fut-il chargé de rédiger pour le Congrès géologique international de 1894, avec la collaboration de MM. Penck et Bruckner, le *Système glaciaire des Alpes*, guide qui sera toujours utilement consulté par tous ceux qui voudront visiter les localités classiques des formations glaciaires.

Mais l'étude de ces questions captivantes ne l'absorbait pas tout entier. Et, pour ne parler que du savant, rappelons qu'il attacha encore son nom à l'explication des seiches du lac de Neufchâtel, et qu'il étudia l'influence perturbatrice des diverses masses montagneuses sur la direction de la verticale, travaux pour lesquels il fallait la science d'un mathématicien doublée de celle d'un géologue.

M. J. D. **Whitney**, notre confrère depuis 1855, et l'un des pionniers de la géologie américaine, était aussi un de ces hommes d'élite qui s'élèvent au-dessus de la moyenne, autant par leurs dons naturels, que par leur activité et l'importance de l'œuvre accomplie. Pendant longtemps nous l'avons connu cumulant les fonctions de Professeur à Harvard-College à Cambridge, et de Directeur du Geological Survey, à San-Francisco : il faisait en même temps des cours sur les bords de l'Atlantique et levait des cartes sur les rivages du Pacifique; ici, il formait des élèves comme Marvine, Gannett, Bridge, Davis; là-bas, il publiait les 6 volumes du Geological Survey of California, cotés à juste titre parmi les meilleurs du genre (1864-70). Il était doué d'une de ces natures privilégiées qui trouvent leur délassement dans la variété du travail et non dans l'inaction, et il s'est révélé à la fois, au cours de sa longue carrière, géologue de mérite et ingénieur distingué, professeur éminent, artiste estimé, linguiste érudit et bibliophile passionné.

Il laisse à l'Université de Harvard une des plus belles bibliothèques géologiques connues; et à nous, ses confrères, les célèbres Surveys du Lac Supérieur, où, dès 1850, il décrit, avec Foster, les gisements de cuivre et de fer de cette région, le Survey de l'Iowa fait en collaboration avec M. James Hall (1859), ainsi que celui des régions plombifères du Wisconsin (1862); il laisse enfin un nom dans l'histoire des mines, grâce à son fameux rapport de 1854 sur la richesse métallifère des Etats-Unis, comparée à celle des autres pays.

Bien différente, mais non moins remplie, fut la vie de **E. D. Cope**, mort à 56 ans, et laissant, en Paléontologie, une œuvre telle, qu'on se demande ce qu'il faut admirer le plus, ou de l'importance

e accomplie, ou de la fécondité merveilleuse de l'auteur ?
ements d'ossements fossiles qu'il ramena des solitudes
est américain, ne le cèdent en quantité qu'aux cargai-
vres qu'il expédiait en Europe : il a publié 350 mémoires
ues, dont les plus volumineux in-quarto du U. S. Geolo-
vey.

endant ces publications ne donnent qu'une idée bien
e de la nécropole où vécut Cope. Cet ossuaire valait le
Philadelphie, et, quand on l'avait visité, on n'oubliait
assement fantastique de squelettes étranges qui, de fond
e, emplissait sa maison d'habitation : il avait réuni dans
on plus de 1,000 espèces distinctes de Vertébrés, dont 600
pour la science. On lui doit la description de nombreux
aravant inconnus, de Mammifères, de Reptiles et de Batra-
ouverts par lui dans les terrains tertiaires du Colorado, du
, dans les terrains crétacés du Kansas ou des Montagnes-
s, et dans les terrains permiens et carbonifères du Texas
io.

ul, Cope a ressuscité des faunes entières, et repeuplé des
vides du passé, mais il ne s'est jamais borné à la descrip-
débris exhumés par son marteau ; doué d'un esprit géné-
et d'un sens philosophique élevé, il sut les grouper en
aturelles et montrer leurs relations génétiques. Il aimait
r ses créations en faveur des théories de l'évolution, et
le l'adaptation, plutôt que de la sélection, il combattit
arck plutôt que pour Darwin.

t ceux que nous avons perdus cette année. Beaucoup de
travailleurs ont disparu, des confrères distingués sont
ssant parmi nous des vides irrémédiables ; mais devant
t tracé la voie, et grâce à eux la brèche est ouverte plus
s l'édifice mystérieux du passé. Nous y voyons pénétrer
eurs de nos nouveaux confrères : ils sont arrivés parmi
année au nombre de 21 ; plusieurs nous étaient déjà
ar leurs travaux géologiques, d'autres vous ont déjà
e telles espérances, que vous avez voulu choisir parmi
eux nouveaux Vice-secrétaires.

s espérances qu'elle nous a apportées, l'année 1897 nous
de souvenirs précieux : elle marquera comme une année
ette année russe, dans la vie de tous ceux d'entre nous,
t nombreux, qui prirent part au Congrès de St-Péters-
que nos confrères ont appris là-bas sur la Néva, tout

ce qu'ils ont rapporté d'observations, gagné de vues nouvelles, noué de relations personnelles, ou accumulé de reconnaissance pour l'hospitalité reçue, est devenu notre patrimoine commun, ou plutôt, c'est la dette sacrée, dont la Société géologique voudra s'acquitter en 1900. Elle s'efforcera de rendre le prochain Congrès de Paris profitable pour les savants étrangers, et honorable pour la Science française.

Des travaux nombreux ont été publiés cette année par nos confrères, et je me bornerai à rappeler les plus importants. C'est avec une faveur très marquée qu'ont été accueillies, si je ne me trompe, les communications relatives au sol des colonies, tels les travaux de MM. Ficheur et Welsch, sur l'Algérie; Blayac et Gentil, sur le Trias de Souk-Ahras et la province de Constantine; Péron, Douvillé, Priem, Léenhardt, Sayn, Fourtau, sur les faunes fossiles de ces régions. La Société se plaît assurément à voir dans nombre de ces travaux le fruit de son initiative et un résultat de sa récente réunion extraordinaire en Afrique; peut-être aussi avez-vous voulu indiquer, par la manifestation de vos préférences, votre opinion sur le poste d'avant-garde qu'il conviendrait d'assigner aux missions géologiques dans l'exploration des territoires nouvellement acquis?

Votre activité s'est étendue cette année à la plupart des régions françaises : l'histoire générale des Vosges vous a été retracée par M. de Lapparent; M. de Lamothe vous a parlé de leurs terrains de transport, et vous avez visité cette chaîne, guidés par nos dévoués confrères, MM. Bleicher et Mieg. Dans le Bassin de Paris, il faut citer les travaux de MM. de Grossouvre, Dollfus, Munier-Chalmas, Nicklès; dans les difficiles régions des Pyrénées, ceux de MM. Carez, Caralp, Stuart-Menteath; dans les Charentes, ceux de MM. Arnaud, Glangeaud; dans les massifs tertiaires du S.-E., ceux de MM. Depéret, Roman, Bergeron, Mermier. Le beau travail de M. Choffat sur les faciès du Turonien pélagique a également fixé votre attention.

Entraînés par les brillantes généralisations de M. Marcel Bertrand, de jeunes confrères remplis d'enthousiasme, ont parcouru la Provence, et vous ont proposé de nouvelles explications de l'allure des plis dans le Bassin d'Aix et le massif d'Allauch. Pendant ce temps, les chaînes septentrionales des Alpes Bernoises, habilement questionnées, livraient leur secret à deux de nos confrères habitués à vaincre les difficultés. De leur côté, MM. Kilian, Lory, Zürcher, augmentaient nos connaissances sur les massifs alpins.

ontologie n'a été négligée ni dans nos Mémoires, ni dans
ins : elle s'est élevée à des questions d'un intérêt général,
notes de M. F. Bernard sur le développement et la mor-
e la coquille chez les Lamellibranches. Les études appro-
M. Douvillé sur les Rudistes marquent un progrès con-
lans l'état de nos connaissances. Il faut encore mention-
continuation des beaux travaux de M. Haug sur la classi-
la phylogénie des Goniatites, ceux de M. Péron sur les
s du Crétacé supérieur de l'Algérie, ceux de M. Douvillé
ssification systématique des Pectinidés. Les Bryozoaires
diés par M. Canu ; les Echinodermes par MM. Gauthier,
Fourtau ; les Lamellibranches par M. Paquier ; les Cépha-
r MM. Glangeaud, Sarasin ; les Poissons par M. Priem ;
uriens par M. Boule ; les Reptiles par M. Sauvage ; les
du Roussillon par M. Depéret ; les Tapirs et leurs ancêtres
udry.

domaine de la Lithologie, nous sommes surtout rede-
. Michel-Lévy : il nous a donné une œuvre fondamentale,
devenir bientôt classique, sur la *Classification des*
roches éruptives. Il faut encore citer, dans la même voie,
santes observations de MM. Kilian et Hovelacque sur les
des calcaires alpins.

incomplet si je limitais ici l'œuvre accomplie cette
notre Société. Diverses circonstances nous empêchent
r en entier nos confrères, et une partie de leurs travaux,
nos séances, échappe à nos Bulletins. Telles sont, cette
thèses inaugurales de M. Léon Bertrand, sur le Nord des
times, de M. L. Cayeux sur la structure des roches sili-
rétacées du Bassin de Paris, essai original et puissant,
e a déjà retenti au-delà du détroit. Telles sont encore
crites, par M. Michel-Lévy, sur l'Esterel ; par M. Marcel
sur la Basse-Provence ; ces études que vous avez lues
ressement, sont des titres d'honneur pour la géologie
La *Minéralogie de la France et de ses colonies*, par M. Lacroix,
uvre trop importante, aux yeux des géologues, pour ne
evendiquée à cette place. Si à côté de ces mémoires
on vient ranger la remarquable traduction de la *Face*
, de M. de Margerie ; les récentes *Leçons de Géographie*
de M. de Lapparent, et l'*Essai de Paléontologie philoso-*
M. Gaudry, il semble permis de penser que notre effort
été stérile. Toutefois, il est plus agréable de se l'entendre

dire, que de le penser; et c'est avec un sentiment de légitime fierté que nous avons vu paraître cette année, à Londres, un beau livre, œuvre d'un des maîtres de notre science, et *dédié à deux de nos confrères*, « en témoignage de haute admiration et d'estime, comme » aux représentants distingués de cette école française de géologie » qui, entre les mains de Desmarets, a fondé l'étude des anciens » volcans et a depuis tant fait pour ses progrès. »

Mais quelque honorable que soit la période que nous traversons, il faut reconnaître qu'il en fut de beaucoup plus prospères. Les résultats de l'exercice 1897 sont peu satisfaisants au point de vue financier; ils se résument très clairement — aux termes du rapport de la Commission de comptabilité, présenté par M. Douvillé, — en une diminution de recettes et une augmentation exagérée des dépenses. Notre situation financière ne vaut donc pas notre crédit scientifique.

Depuis quelques années, vos Présidents vous ont signalé à tour de rôle, le fait fâcheux de la diminution du nombre de nos membres; enfin vous avez réagi, et ce mouvement rétrograde paraît aujourd'hui enrayé, puisque notre nouvelle liste de membres accuse *un* membre de plus que l'an passé. Je m'étais proposé pour accélérer, dans la mesure de mes forces, ce mouvement ascensionnel, trop peu rapide, de rechercher les causes de nos oscillations. J'ai dans ce dessein tenté de la statistique, et tracé sur un diagramme, l'histoire tout entière du développement de la Société, depuis sa fondation jusqu'à nos jours.

J'ai eu l'honneur de soumettre récemment ce diagramme à votre conseil et j'ai essayé de l'interpréter devant lui. Mais avant de faire ressortir devant vous, les espérances qu'il nous a suggérées, je saisirai l'occasion qui m'est offerte ici, de remercier les confrères étrangers et notamment M. Belinfante, Secrétaire-adjoint de la Société géologique de Londres, des documents qu'ils ont bien voulu me fournir sur le développement comparé des Sociétés géologiques.

Cette comparaison nous apprend que si toutes les sociétés ont des fluctuations, souvent difficiles à expliquer, il faut se garder d'attribuer de prime abord, leurs temps d'arrêt à l'apparition de revues nouvelles, ou de sociétés concurrentes. Ainsi, si notre principal mouvement de descente coïncide avec l'apparition en France de nouvelles publications géologiques, le rapprochement des faits révélés par les courbes de développement des Sociétés jumelles de Liège et Bruxelles, indique qu'il n'y a ici qu'une coïncidence

L'apparition, en 1887, de la Société de Bruxelles, qui sem-
oir départager les adhérents de son aînée, n'a eu aucun
up sur son développement : ces deux sociétés se dévelop-
llèlement, et la comparaison de leurs courbes montre que
ion de la seconde n'a produit aucune déviation dans la
é de la courbe de la première. Tout coïncide pour attester
de cette opinion exprimée déjà par Élie de Beaumont :
itôt qu'une science a fait quelque progrès, et que le genre
qu'elle offre à la curiosité commence à avoir du retentis-
un plus grand nombre de personnes conçoit l'idée de s'en
.

ncore ce que prouve la considération de nos maxima
s ressortent sur le diagramme. C'est en effet, après les
du Congrès géologique international de Paris en 1878,
ociété a atteint son maximum; c'est de même après le
de Londres, en 1888, que la grande Société géologique de
vu monter son nombre au faîte de 1216 membres : ces
ions ne sont-elles pas d'un heureux augure à la veille de
ngrès de 1900 ?

uve un autre motif de confiance dans le rapprochement
rses listes successives de nos membres. Si l'on répartit
bres en trois catégories correspondant aux géologues
, praticiens et professionnels, on constate facilement que
ortions numériques des diverses catégories varient, et
nt, à peu près à son gré, faire varier le sens du mouvement.
nous limitons aux deux années 1832 et 1897 prises aux
nes de notre histoire, nous trouvons qu'en 1832, les ama-
nt dans la proportion de 62 °/₀, les professionnels 25 °/₀,
ciens 13 °/° ; en 1897, les nombres sont respectivement
, 37 °/₀, 14 °/₀ : les amateurs ont diminué de 13 °/₀, les
nnels ont augmenté de 12 °/₀ : nous tendons à substituer
ssionnels aux amateurs.

nous augmentons l'intérêt de nos publications pour la
osmopolite ; c'est du moins ce que prouve la proportion
ue des confrères étrangers, plus forte chez nous que dans
d'autres sociétés. Cette proportion, actuellement de 22 °/₀ à
était de 18 °/₀ à Paris en 1832, et y est arrivée à 25 °/₀ en
e accuse donc une augmentation de 7 °/₀. C'est certes une
on et un précieux encouragement pour ceux d'entre vous
borent aux publications de la société.

ar là aussi, hélas, nous nous éloignons du grand public, et

un exemple suffira à mesurer la perte subie : la proportion de l'élément militaire parmi nous était de 7 °/₀ en 1832, elle est tombée à 2 °/₀ en 1897 ; le Service géographique de l'armée n'a pas remplacé, parmi nous, le mémorable corps des Ingénieurs géographes.

C'est cependant au grand public, comme en Angleterre et en Belgique, qu'il importerait de s'adresser pour assurer l'accroissement de notre Société. C'est de son seul concours que nous devons attendre, dans l'avenir, la création, devenue indispensable, d'un agent supérieur rétribué, qui classe et catalogue nos trésors bibliographiques, et vienne en aide au dévouement de nos secrétaires et bibliothécaires, dont la tâche est devenue écrasante. Nous ne saurions de plus oublier, sans ingratitude, combien les amateurs ont déjà servi notre science, et combien l'accumulation des faits de détail est nécessaire au développement des théories et à toute généralisation.

La substitution graduelle des professionnels aux amateurs est un mode d'évolution peu avantageux pour les sociétés savantes, si l'on en juge par les statistiques. Elles nous apprennent en effet que pour qu'une société géologique croisse d'une façon continue, il faut qu'elle compte au moins trois membres amateurs pour un professionnel. — Ces statistiques donnent ainsi une forme précise à nos rêves d'avenir et montrent combien ils sont d'une réalisation facile, puisque nous ne réclamons pour de nouveaux succès que des volontaires issus de la foule et dépourvus d'entraînement spécial.

Mes prédécesseurs ont choisi la part la plus difficile, dans cette œuvre de propagande : ils n'ont reculé ni devant les démarches auprès des pouvoirs publics, ni devant la préparation de grandes conférences, d'ailleurs très remarquées, pour contribuer à votre progrès et à la diffusion des connaissances géologiques. Aujourd'hui, c'est plutôt du côté de la province que nous tournerons nos regards, puisque c'est de ce côté que les adhésions nous arrivent moins nombreuses.

C'est de ce côté que je voudrais vous voir marcher un peu au devant de nos futurs confrères. Pourquoi ne pas leur apprendre en quatrième page de notre couverture — ce que nous sommes seuls à ne pas faire par ces temps de réclame — comment on devient membre de la Société géologique? Pourquoi ne pas écrire sur toutes les tables des Bibliothèques, où repose notre papier vert, que notre maison est ouverte, qu'on y profite de sérieux avantages de librairie, que nos compte-rendus sommaires enregistrent deux fois par mois les progrès de la géologie française, et que nos excursions

endre et aimer le sol de la patrie à qui veut nous suivre?
uelques années, nous voyons fléchir la courbe de notre
nent. Nous avons constaté, chiffres en mains, qu'on ne
ribuer cet abaissement, ni à l'indifférence des savants,
nangement dans la valeur scientifique de nos publi-
proportion en effet de nos souscripteurs étrangers a
ontinué à croître, et dépasse celle des plus grandes
alogues. Une des causes de notre arrêt de développement
la manière singulière dont nous entendons nos intérêts
vous en trouverez une preuve dans la simple considé-
ésultat numérique de nos belles excursions annuelles.
constate en feuilletant nos bulletins, que nos réunions
aires nous rapportent, en moyenne, moins de 3 adhé-
n ! C'est un accroissement bien lent, si on l'oppose aux
omphants des associations, clubs, revues, qui chaque
nisent autour de nous de nouveaux voyages touris-
stiques et même scientifiques. A quoi attribuerez-vous
ts si différents, sera-ce à l'intérêt différent des ques-
vées, ou à la valeur des directeurs ? Mais vos direc-
nt-ils pas, depuis 25 ans, des collaborateurs de la Carte
? Ils ne se bornent pas à nous montrer les points les
x du pays et ses côtés les plus pittoresques, ils nous en
rationnellement les paysages, leur variété, leur forma-
fois, vous vous chargez d'animer encore ces paysages,
tables joutes oratoires.

issons donc que la Société géologique n'a pas su tirer
i matériel possible de ces excursions, qu'elle avait été
e à organiser dès 1831, avant tant d'autres sociétés.
succès que ces excursions ont rencontré parmi nos
t les services qu'elles ont rendus à la science, nous
e ne pas les avoir popularisées, mais vous y trouveriez
ortant élément de propagande qu'il ne paraît plus
e perdre de vue. Le manque de publicité les a jusqu'ici
u petit nombre ; aujourd'hui, en présence de nos projets
'organisation d'une plus large publicité s'impose ; et
i a récemment décidé votre conseil à nommer une
n chargée de rechercher les meilleurs moyens de publi-
ropagande. Il a senti que le dévouement de votre nou-
lent saurait les faire aboutir et arriverait à les perfec-
ore.

reau de 1897 se retire sans avoir eu ce concours, mais

les faveurs de la commission du prix Viquesnel sont venues le consoler. C'est pour moi une mission agréable de l'en remercier ici et de vous faire savoir qu'elle a porté ses suffrages sur notre secrétaire sortant, M. Glangeaud.

Dois-je vous dire de M. Glangeaud, quand vos Bulletins sont tout pleins de son œuvre, — qu'il a d'autres titres à cette distinction, que celui de vous avoir servi de son mieux ? Vous l'avez entendu traiter dans vos séances les sujets les plus divers, passant de l'étude des roches à celle des Reptiles et des Poissons permiens ou jurassiques, décrivant indifféremment les dépôts tertiaires du Sud du détroit du Poitou, ou la forme de l'ouverture des Ammonites. Mais son principal ouvrage a trait aux terrains jurassiques de l'Aquitaine : il a mis en lumière la variété des faciès présentés par cette catégorie de dépôts et montré qu'à chaque changement pétrographique correspondent, dans ce bassin, des différences fauniques très importantes.

Pendant la période liasique, les mers ont déposé des sédiments assez uniformes, caractérisés surtout par des Céphalopodes ; mais à partir du Bajocien, une grande partie des dépôts de l'ouest du Plateau-Central est constitué par des calcaires oolitiques, subooli-tiques, et autres, avec intercalations de petits récifs, d'âge Bajocien, Oxfordien, Rauracien, Séquanien, Portlandien. On ne trouve plus aucun Céphalopode dans des dépôts qui sont caractérisés par de nombreux Gastropodes, des Lamellibranches et beaucoup de formes coralliophiles, accompagnant des Polypiers. M. Glangeaud a fait connaître près de 400 espèces dans cette formation et montré l'affinité des faunes jurassiques de l'Aquitaine avec celles du Bassin de Paris et du Jura. On n'avait encore jamais étudié ces faciès oolitiques, et aucun récif n'avait été mentionné à l'ouest du Plateau-Central : on en doit la découverte à M. Glangeaud, qui les a suivis à travers les âges jurassiques, et a interprété leurs variations et leurs déplacements pendant le dépôt des diverses assises. Il nous a montré ensuite l'envahissement progressif du Portlandien par des lagunes saumâtres, et fixé ainsi le moment précis de la séparation du Bassin de Paris.

Dans un autre ordre d'idées, M. Glangeaud a montré l'importance de la transgression du Lias moyen, du Lias supérieur et du Bajocien, sur les massifs anciens du Plateau-Central et de la Vendée et la grande étendue (200 kil.) des dépôts saumâtres à l'ouest du Plateau-Central, à l'époque du Bathonien inférieur. Enfin l'existence de failles continues qui découpent le bord cristallin du Plateau-Central, l'a conduit à cette conclusion importante que le Bassin de l'Aquitaine était un bassin d'effondrement.

Glangeaud répond en ces termes à l'allocution du

rofondément touché de l'honneur que me fait la Société en me décernant le prix Viquesnel. S'il est, en effet, une elle aspire un homme de science, c'est, je crois, de voir x jugés dignes d'intérêt par ses confrères. La Société m'a accordé cette grande joie, je la prie d'agréer l'expres- plus vive gratitude.

cie également notre cher Président pour le rapport si t dont il a bien voulu accompagner la distinction dont a Société.

NOTE SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES DE VICTOR LEMOINE

ET PARTICULIÈREMENT SUR SES DÉCOUVERTES A CERNAY

par M. **Albert GAUDRY.**

L'année dernière, nous avons choisi Victor Lemoine pour un de nos Vice-Présidents. Deux mois après sa nomination, il nous a été enlevé. Elle est longue la liste des hommes de cœur et de talent que j'ai vus disparaître de notre Société géologique, sorte de grande famille dont les membres sont liés par l'amour de la même science. Je n'en ai connu aucun plus passionné pour la Paléontologie que le docteur Lemoine et qui fut plus modeste, plus désintéressé.

Amand-Victor Lemoine est né à Reims le 12 avril 1837. Il n'avait que deux ans quand il perdit son père. Sa mère s'est remariée avec le docteur Maldan, médecin distingué, qui a été directeur de l'Ecole de médecine de Reims.

A sa sortie du lycée de Reims, Victor Lemoine commence ses études médicales ; il devient en peu de temps interne des hôpitaux de Paris, lauréat de la Faculté de médecine, docteur en médecine, docteur ès-sciences, médecin de l'Hôtel-Dieu de Reims et enfin professeur titulaire à l'Ecole de médecine de cette ville. Une aimable et dévouée compagne l'encourage dans ses travaux : c'est la fille du docteur Chevillon, médecin de Vitry-le-Français, auteur de plusieurs publications scientifiques. Le jeune professeur de Reims réunit les deux forces nécessaires pour faire un médecin complet : la puissance d'observation et la bonté du cœur. Une ville où le génie du commerce engendre de grandes fortunes doit fournir une précieuse clientèle. Tout promet donc à Victor Lemoine une brillante carrière médicale.

Cependant, ses aspirations sont ailleurs. La majesté, la beauté pénétrante de la nature ont charmé son âme; il aspire à la voir de près, à la comprendre et surtout à sonder le mystère de ses origines. Son bonheur est de quitter la ville, de parcourir les carrières, de fouiller toutes les tranchées où les terrains sont mis à nu et d'y découvrir quelques fossiles. Il se décide à sacrifier sa position si honorée et qui aurait pu être lucrative ; il laisse Reims, emmène

à Paris dans le quartier Latin pour suivre les cours, les collections, les bibliothèques et s'entretenir avec nous ers fossiles. Il devient un des membres les plus assidus de géologique de France, de la Société botanique de France, iété zoologique, de la Société d'entomologie, et il prend active à leurs travaux. L'enthousiasme qu'il montre pour , la simplicité de ses manières qui n'exclut pas la distinc- énité de son caractère lui attirent une sympathie univer- st nommé en 1893 chevalier de la Légion d'honneur. Il publication d'un livre sur le fameux gisement de Cernay is bientôt vous parler, mais il le prépare très lentement, on l'engage à terminer une œuvre qui sera un honneur ience française aussi bien que pour lui, il répond stoïque- Rien ne me presse, je jouis de la science pour la science, ons amis, une famille charmante, je ne désire rien de trouvé le bonheur ».

heur a été brusquement brisé. Lors de la découverte des öntgen, Victor Lemoine a compris quelles curieuses ns le passage de la lumière à travers les corps opaques voir pour l'histoire naturelle et surtout pour la paléon- il a présenté de très intéressantes notes sur ce sujet à e des Sciences, à la Société géologique, à la Société de Mais, en se livrant à ces nouvelles études avec l'ardeur portée dans chacune de ses recherches scientifiques, il a une bronchite qui s'est rapidement aggravée ; le 24 , il est mort entre les bras de sa femme bien aimée et ui promet d'être digne de lui.

teur Lemoine a étudié toutes les branches de l'histoire On s'étonne qu'un même homme ait pu écrire sur la , la Botanique des Phanérogames, la Cryptogamie, l'Em- , l'Anatomie des Invertébrés, la Géologie, la Paléontologie brés. On s'en étonne encore plus quand on examine ses ns qui semblent des œuvres de spécialistes; elles sont nées de planches qu'il a pour la plupart dessinées lui- elles présentent non des vues de l'esprit, mais des obser- positives.

miers mémoires ont eu la Médecine pour objet. Il s'est occupé de Botanique; il a notamment publié un *Atlas e rémoise* avec 20 planches, un *Mémoire sur les Fougères* anches, une ingénieuse note sur *la Vigne en Champagne mps géologiques;* aidé de M. Balbiani, il a cru reconnaître

sur une feuille de *Vitis Balbiani*, trouvée à Sézanne, des traces d Phylloxera. Lorsque ce terrible ennemi de nos vignerons a menac d'envahir la Champagne, le docteur Lemoine a été un des membre les plus ardents du *Comité central de défense contre le Phylloxer* Il a publié des études sur cet insecte et sur d'autres qui son parasites des plantes, pucerons, cochenilles. On lui doit aussi u mémoire *Sur le développement des Podurelles* avec 3 planches d'em bryogénie, des recherches sur l'*Anatomie de l'Ecrevisse* avec 6 plan ches, sur l'*Organisation des Branchiobdelles* avec 3 planches, sur l *Développement de l'Enchytræus albidus* avec 3 planches, etc. De te travaux anatomiques et embryogéniques suffiraient à eux seul pour faire considérer Lemoine comme un savant distingué.

Cet homme, qui était médecin, botaniste, anatomiste, était auss géologue. Il a publié des notes sur les terrains tertiaires des env rons de Reims, qu'il avait sans cesse parcourus. Il a fait un pla géologique en relief de cette région, il l'a modelé lui-même et l' édité à ses frais. Son plan a été répandu dans le département de l Marne; on en voit un exemplaire au Jardin des Plantes, dans l Musée de Géologie. Vous savez sans doute que notre regretté con frère a formé de grandes collections de plantes et coquilles fossiles Mais c'est surtout la Paléontologie des animaux Vertébrés qui l' captivé. Il a étudié les ossements fossiles trouvés à Châlons-sur Vesle, au Mont-Aimé et à Rilly. Il a pu, avec l'aide de M. Ducil propriétaire à Ay, fouiller les couches à *Unio* et *Térédines* de environs d'Epernay; il leur a donné le nom d'Etage agéien, cause du gisement d'Ay. Cet Agéien, où il a recueilli de belle pièces de *Lophiodon* et de *Pachynolophus*, semble se lier par se vertébrés fossiles non au Suessonien, mais au Parisien. Il corres pond peut-être à l'Yprésien des géologues belges et à l'argile d Londres, où on trouve l'*Hyracotherium*.

La grande œuvre de Lemoine a été la découverte du gisement d Cernay. Je vais tâcher de montrer que cette découverte est une de plus curieuses qui aient été faites par les paléontologistes français J'en parlerai avec connaissance de cause, parce que notre ami légué au Muséum de Paris toutes ses collections de Vertébrés fossile et qu'ainsi il nous a permis de les bien apprécier. Il nous sera mêm possible de les continuer : Mme Victor Lemoine et son fils, M. Léo Lemoine, docteur en droit, attaché au parquet de la Cour d'appe de Paris, ont donné au Muséum le terrain de Cernay où les fouille ont été faites et où se trouvent encore d'importantes couches fossi lifères. Nous remplissons un doux devoir en adressant l'expressio de notre reconnaissance à ces généreux donateurs.

nètres de Reims, on voit une petite colline qui est appelée olline de Cernay, tantôt le mont de Berru, parce qu'elle ntre ces deux villages. En 1873, Victor Lemoine, visitant e de cette colline, y découvrit dans une couche de conglo- Tertiaire très ancien des ossements fossiles. Il nomma nérat Etage cernaysien. Comme, à part l'*Arctocyon* du Fère, on n'avait pas rencontré en France d'aussi vieux es, il pensa qu'il y avait là une mine précieuse pour la gie, et, pendant vingt ans, il l'a explorée avec une patience Les os des Mammifères y sont petits, très rares, isolés, isés ; un jour, il extrayait une incisive ; un autre jour, e ; la semaine d'après une mâchoire ; un mois plus tard, n de tête ; l'année suivante, des os des membres de devant ; nnées plus tard, des membres de derrière ou des vertè-, de jour en jour, de semaine en semaine, de mois en née en année, se penchant sur son conglomérat de arriva à retrouver une faune qui éclaire des points de l'histoire de la vie.

après ses études, la succession des plus anciens Mammi- tre pays :

résien), caractérisé par le *Lophiodon* et le *Pachynolophus*. C'est de Bridger, aux Etats-Unis.
(Sparnacien), caractérisé par le *Coryphodon* et la *Palæonictis*. étage du Wahsatch, aux Etats-Unis.
(Thanétien), caractérisé par le *Neoplagiaulax*, le *Pleuraspi- ium*, l'*Arctocyon*. C'est l'étage du Puerco, aux Etats-Unis.

aysien de Lemoine représente un état d'évolution beau- s avancé que l'Agéien. A en juger par ce qui a été décou- 'à ce jour, il est un peu différent du Suessonien. Sans onglomérat de Cernay semble avoir été formé dans les nditions que le conglomérat de Meudon ; on trouve dans s l'autre des Crocodiles, des Tortues fluviatiles, des Lépi- *Gastornis* s'y présente également ; mais les os de Cernay grêles et M. Lemoine les attribue à une autre espèce. Le , la *Palæonictis* du Suessonien manquent à Cernay ; ment, le *Simœdosaurus* et les nombreux genres de es de Cernay manquent dans le Suessonien.

La faune du Cernaysien a un cachet archaïque tout à fait frap pant. Son état d'évolution est bien ce qu'on pouvait attendre de l plus ancienne faune tertiaire. Elle a des traits de ressemblanc avec celle du Puerco dans le Texas et même avec celle de Laramie qui est crétacée, à en juger par ses Dinosauriens. Cela va ressorti de l'examen de quelques-uns des principaux fossiles découvert par Lemoine.

Le *Simœdosaurus* de Cernay rappelle tellement le *Champsosaurus* décrit par Cope, que ce regretté naturaliste et M. Dollo l'ont inscr sous le même nom. Or, le *Champsosaurus* a été découvert dan l'Eocène le plus inférieur du Puerco et dans le Crétacé supérieu de Laramie. Ses vertèbres ressemblent à celles des Simosaurien du Trias où les arcs ne sont pas encore soudés au centrum. C'est c qui porta Gervais, auquel Lemoine les communiqua, à nomme *Simœdosaurus* la bête de Cernay. Le savant paléontologiste de Reim a plus tard mis au jour une multitude d'os; il a même essayé d donner la restauration d'un squelette. M. Dollo a entrepris un étude approfondie d'un animal du même genre qui s'est trouv très bien conservé dans l'Eocène inférieur d'Erquelines; suivan lui, ce reptile est un Rhynchocéphalien adapté à la vie fluviatile.

Nos anciens confrères se rappellent le bruit que fit la découvert de l'oiseau gigantesque recueilli par Gaston Planté dans le conglo mérat de Meudon et pour cette raison nommé par Hébert *Gastornis* On discuta beaucoup sur l'oiseau de Gaston Planté, car on e connaissait peu de débris. Le docteur Lemoine a rencontré dans l conglomérat de Cernay la plus grande partie de ses os. Il en a fai l'objet d'un important mémoire où il a essayé de donner une restau ration de tout le squelette. Le genre *Gastornis* a depuis été retrouv en Belgique par M. Dollo, en Angleterre par M. Newton. Il serai curieux de le comparer avec les oiseaux gigantesques de Patagoni signalés par MM. Ameghino et Moreno. La plupart des savants l rangent parmi les Palmipèdes ansériformes; il me semble pourtan que rien n'a dû être plus différent que l'aspect d'un canard grand voilier, mauvais marcheur et l'aspect du *Gastornis*, mauvais voilier grand marcheur.

Outre cet oiseau à petites ailes, M. Lemoine a signalé à Cernay le *Remiornis* et l'*Eupterornis* dont les ailes avaient un complet développement.

Les Mammifères de Cernay contrastent par leur petitesse avec la grandeur des Oiseaux et des Reptiles. *Neoplagiaulax* est un des plus chétifs; ses restes auraient pu échapper à un investigateur

ntif que M. Lemoine. Sa dentition, à la vérité, le fait faci-
onnaître, car il n'a qu'une prémolaire inférieure, énorme
vement aux autres dents, tranchante, marquée, ainsi
om l'indique, de sillons obliques. C'est un des plus
exemples que l'on puisse citer de la continuité d'un type
es immensités des temps et des espaces. *Neoplagiaulax* de
plus inférieur de France est de la même famille que
porains, *Ptilodus* découvert par Cope dans le Puerco du
Halodon et *Cimolomys* du Crétacé supérieur de Laramie
r M. Marsh, que *Plagiaulax* du Purbeck d'Europe, sur
coner et M. Flower ont discuté avec Richard Owen. Il a
ussi des liens avec *Microlestes* du Rhétien du Wurtemberg
gleterre, avec *Abderites* du Santacruzien de Patagonie du
rches des frères Ameghino, avec *Bettongia* et le *Kangurooaujourd'hui* en Australie. Outre *Neoplagiaulax*, Lemoine
à Cernay *Neoctenacodon*, qui rappelle *Ctenacodon*, voisin
lax, observé par Marsh dans le Jurassique supérieur des
. Ainsi, depuis les temps rhétiens jusqu'aux temps
epuis l'Europe jusqu'aux Etats-Unis, en Patagonie, en
le type Plagiaulacidé s'est continué. De faibles bêtes, se
changements des temps géologiques, ont pu adresser
antes créatures qui sont tombées tour à tour les mots de
Chêne et du Roseau :

Je plie et ne romps point.

cyon est un des fossiles les plus abondants à Cernay.
en a trouvé de belles pièces et même il a pu donner de
étails sur son appareil de l'ouïe. Blainville a autrefois
genre dans le grès de l'Eocène le plus inférieur de La
ne). Je crois que l'animal de Cernay appelé par Lemoine
Gervaisi est de la même espèce; il a de même quatre
res en haut et en bas; si on ne trouve pas sur le crâne
e la grande crête occipitale qui se montre sur les pièces
ne, cela résulte, je pense, de ce qu'elle est brisée. L'*Arcto-*
t de ressemblance avec le *Clænodon ferox* Cope du Puerco,
Osborn a bien voulu nous envoyer des échantillons, que
on doit réunir les deux genres en un seul. La position
e d'*Arctocyon* est difficile à déterminer : ses prémolaires
es, sa crête sagittale, ses arcades zygomatiques très écar-
s de ses membres, notamment ses doigts, le rapprochent
ssiers ; son encéphale très simple rappelle les Marsupiaux ;

les arrière-molaires sont trigonodontes et ne sont pas éloignées de celles du *Protogonodon* Scott, figurées par M. Osborn. Le savant paléontologiste de New-York a fait sur les fossiles de Cernay mis à sa disposition par Lemoine une petite note très substantielle où il a reconnu que les arrière-molaires supérieures de l'*Arctocyon* sont du type triangulaire; il est très vrai que le denticule interne du second lobe (hypocône de M. Osborn) est incomplètement développé et n'est pas relié au denticule médian. Cope avait ingénieusement remarqué que les dents humaines sont disposées suivant le type triangulaire; nous pouvons ajouter que le type des arrière-molaires supérieures de l'homme a une étonnante ressemblance avec celui de l'*Arctocyon*.

Le *Pleuraspidotherium* paraît être, avec l'*Arctocyon*, le Mammifère le plus commun à Cernay. Il marque un cran d'évolution intéressant, car il ressemble à un *Pachynolophus* où les arrière-molaires supérieures avaient encore leurs denticules médians rudimentaires et où la première et la seconde prémolaire sont isolées, très petites, minces et n'ont aucune complication. Suivant M. Lemoine, les pattes ont cinq doigts qui n'ont pas les tendances à diminuer qu'on voit chez le *Phenacodus*, également pentadactyle; elles semblent par conséquent indiquer un étage plus ancien.

Je ne puis ici parler de tous les genres que l'habile paléontologiste de Reims a cités à Cernay; j'ajouterai seulement: *Plesiadapis*, par ses molaires en triangles étroits, marque un degré d'évolution moindre qu'*Adapis*; les incisives tricuspides de Cernay attribuées à tort ou à raison au *Plesiadapis* ressemblent à celles d'*Halodon* trouvées par Marsh dans le Crétacé de Laramie; un des Carnassiers de Cernay se rapporte à *Dissacus* du Puerco décrit par Cope; un autre, *Hyænodictis*, est proche de *Dissacus* et de *Triisodon* du Puerco; *Procynictis* de Cernay diffère moins d'*Amblotherium* du Purbeck que des Mammifères tertiaires; enfin, *Tricuspiodon* de Cernay est intermédiaire entre *Spalacotherium* du Purbeck et *Palæonictis* du Suessonien.

Ce que je viens de dire des recherches de Lemoine contribue à montrer les faits suivants :

1° Le grand hiatus que l'on avait cru exister en Europe entre le Secondaire et le Tertiaire s'atténue beaucoup.

2° Les différences entre l'Europe et l'Amérique s'effacent; on rencontre à Cernay plusieurs genres semblables à ceux des Etats-Unis ou des genres très voisins : parmi les Poissons, *Amia*, *Lepidosteus*; parmi les Reptiles, *Simœdosaurus* (ou *Champsosaurus*); parmi les Mammifères, *Neoplagiaulax*, *Neoctenacodon*, *Arctocyon*,

Hyænodictis. En même temps que Cernay offre des simi-
génériques entre l'Europe et l'Amérique, il offre des simi-
ans l'évolution des êtres de ces pays si éloignés ; en voici
exemples :
nammifère déjà nettement différencié de celui des Reptiles,
aux. Exemple : *Arctocyon, Pleuraspidotherium, Plesiadapis,*

u simple comme chez les Marsupiaux. Exemple : *Arctocyon.*
de même aspect que chez les Marsupiaux. Exemple :
nulax.
ères prémolaires encore très simples. Exemple : *Pleuraspi-*
n.
e-molaires du type trituberculé avec hypocône séparé.
s : *Arctocyon, Plesiadapis.*
rale perforé comme dans le Puerco. Exemples : *Orthaspi-*
n, Arctocyon.
à cinq doigts. Exemples : *Arctocyon* (1), *Pleuraspidotherium.*
nilitudes soulèvent une grande question. D'où proviennent-
l'où proviennent aussi celles qu'on observe chez les ani-
Permien, du Jurassique, de l'Oligocène sur les deux côtés
ntique ? Résultent-elles simplement des migrations facili-
quelqu'Atlantide établissant une union plus intime de
et de l'Amérique ? Ne résultent-elles pas surtout de lois
s de l'évolution du monde animé ? Cette évolution aurait pu
rée ou retardée dans sa marche par des circonstances locales.
plan aurait été le même dans l'ensemble de la Création.
e on le voit, l'œuvre de Lemoine à Cernay est suggestive.
modeste, préoccupé de la science pure et jamais de lui-
otre bon et regretté confrère a joui de ses découvertes sans
les faire valoir. Ses travaux sur le Tertiaire le plus inférieur
uel apparaissent les plus anciens Mammifères de notre
x de M. Filhol sur le Tertiaire moyen (Oligocène et Miocène)
Mammifères se développent en se diversifiant, ceux de
éret et Donnezan sur le Pliocène qui marquent la fin de
gée ont jeté beaucoup de lumière sur la Paléontologie fran-
nom de Victor Lemoine se perpétuera parmi ceux qui se
à scruter la grande histoire des temps passés et aussi parmi
ont le culte des âmes charmantes dont l'idéal est la
e du beau, du vrai et du bien.

yx de l'étage de Bridger n'a que quatre doigts. Comme l'*Arctocyon*,
a cinq doigts, ainsi que l'a montré M. Vasseur.

LISTE DES PUBLICATIONS DE VICTOR LEMOINE

Travaux de Géologie

1. — Terrains tertiaires (Aperçu général sur Reims et ses environs, à l'occasion du Congrès tenu à Reims en 1880 par l'Association française pour l'avancement des Sciences). In-12. Reims, 1880.

2. — Terrains tertiaires des environs de Reims (En collaboration avec M. Aumonier), avec une carte des environs de Reims (*Ass. fr. av. des Sc.*). In-8. Reims. 1880.

Travaux de Paléontologie

3. — Communication sur les Ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, faite à la *Société d'histoire naturelle de Reims*. Mémoire à part avec 5 planches. In-8. Reims, 1878.

4. — Etude du genre *Arctocyon*, avec 4 planches (*Ann. des Sciences naturelles*. In-8. Paris, 1878).

5. — Oiseaux fossiles des environs de Reims (*B. S. G. F.*, 1879).

6. — Recherches sur les Oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims, 11 planches, grand in-8. 1re partie, Reims 1878 ; 2e partie, 1881.

7. — Sur les Ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims (*Ass. fr. av. des Sc.*, Congrès de Montpellier. In-8. Reims, 1880).

8. — Sur le *Gastornis Edwardsi* et le *Remiornis Heberti* de l'Eocène inférieur des environs de Reims (*C. R. Ac. Sc.*, 1881).

9. — L'encéphale de l'*Arctocyon Dueilii* et du *Pleuraspidotherium Aumonieri*, Mammifères de l'Eocène inférieur des environs de Reims (*B. S. G. F.*, séance du 13 avril 1882). Un extrait de cette note a été présenté à l'Académie des Sciences (*C. R. Ac. Sc.*, 1882).

10. — Sur le *Neoplagiaulax* de la faune éocène inférieure des environs de Reims, avec 2 planches (*B. S. G. F.*, séance du 12 février 1883). Cette note avait été communiquée à l'Académie des Sciences en 1882.

11. Sur l'encéphale du Gavial du Mont-Aimé étudié sur trois moulages naturels, avec 1 planche (*B. S. G. F.*, séance du 3 décembre 1883).

12. — Sur le genre *Adapisorex* (*C. R. Ac. Sc.*, 1883).

13. — Sur le *Pleuraspidotherium* (*C. R. Ac. Sc.*, 1884).

14. — Sur les caractères génériques du Simœdosaure, reptile nouveau de la faune cernaysienne des environs de Reims, avec 2 planches. Gr. in-8. Reims, 1884. Un extrait de cette note a été communiqué à l'Académie des Sciences, 1884.

15. — Os de la tête du *Simœdosaurus* (*C. R. Ac. Sc.*, 1884).

16. — Nouvelle note sur le genre Simœdosaure de la faune cernaysienne des environs de Reims, à propos de récentes publications de MM. Cope et Dollo sur le genre Champsosaure. Gr. in-8. Reims, 1885. Un extrait de cette note a été présenté à l'Académie des Sciences en 1885.

17. — Etude sur quelques Mammifères de petite taille de la faune cernaysienne des environs de Reims, avec 3 planches (*B. S. G. F.*, séance du 26 janvier 1885).

r la présence du Simœdosaure dans les couches éocènes inférieures avec 3 planches (*B. S. G. F.*, séance du 9 novembre 1885).
r le genre *Plesiadapis* (*C. R. Ac. Sc.*, 1887).
semble des recherches paléontologiques faites aux environs de Reims *c.*, 1887).
s Êtres infiniment petits et infiniment anciens. Discours d'ouverture la séance annuelle de l'Académie nationale de Reims. In-8 (*Revue* , 1888).
mifères carnassiers fossiles des environs de Reims (*C. R. Ac. Sc.*, 1888).
nsidérations générales sur les Vertébrés fossiles des environs de Reims ent sur les Mammifères de la faune cernaysienne, avec figures (*Compte éances du Congrès international de zoologie*, 1889).
ude sur les rapports des Mammifères de la faune cernaysienne et des crétacés d'Amérique, avec 1 planche (*B. S. G. F.*, séance du 14 avril xtrait de cette note a été présenté à l'Académie des Sciences (*C. R.* 0).
ude d'ensemble sur les dents des Mammifères fossiles des environs vec 2 planches (*B. S. G. F.*, séance du 19 janvier 1891).
s richesses du sol de la Champagne. Allocution prononcée au banquet é amicale de la Marne du 3 mai 1893 (*Revue scientifique*, 1893).
r les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne et sur èces osseuses nouvelles de cet horizon paléontologique, avec 3 planches , 1893).
ude sur les couches de l'Eocène inférieur rémois qui contiennent la ysienne et sur deux types nouveaux de cette faune, avec 1 planche , 1896).

Travaux sur l'Anatomie des Invertébrés

cherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux, musculaire re de l'Ecrevisse, avec 6 planches. Thèse présentée à la Faculté des Paris pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles. In-4.

cherches sur l'organisation des Branchiobdelles, avec 3 planches dou- *. av. Sc.* Congrès de Reims, 1880). Gr. in-8. Reims, 1880.
l'acte génital probable observé chez le *Sminthurus fuscus* (*Ass. fr.* grès de La Rochelle, 1882).
cherches sur le développement des Podurelles, avec 3 planches doubles *Sc.* Congrès de La Rochelle, 1882). Gr. in-8. Paris, 1883.
mmunication sur le Phylloxera du Chêne faite devant le Comité central de vigilance dans la Marne contre le Phylloxera. In-8. Châlons-sur- .
cherches sur le développement et l'organisation de l'*Enchytræus albi-* planches doubles (*Bull. Ass. fr. av. Sc.* Congrès de Rouen, 1883). In-8.

la section spontanée et artificielle de l'*Enchytræus albidus* (*Ass. fr.* grès de Blois, 1884). In-8. Paris, 1884.
r le développement des œufs du Phylloxera du Chêne (*Ass. fr. av. Sc.* Blois, 1884).
veloppement des œufs du Phylloxera (*C. R Ac. Sc.*, 1883).

38. — Le système nerveux du Phylloxera (*C. R. Ac. Sc.*, 1885).

39. — Appareil digestif du Phylloxera (*C. R. Ac. Sc.*, 1886).

40. — Evolution biologique d'un Hyménoptère parasite de l'*Aspidiotus* du laurier rose (*Comptes-rendus de la Société de Biologie*, séance du 11 février 1888).

41. — Etude comparée du développement de l'œuf dans la forme agame aptère, dans la forme agame ailée et dans la forme sexuée du Phylloxera (Separat-Abdruck aus dem « *Zoolog. Anzeiger* », Nos 417, 418u, 420, 1893).

42. — Etude comparée du développement de l'œuf chez le puceron vivipare et le puceron ovipare (*Bull. de la Soc. entom. de France*, séance du 22 février 1893).

43. — Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera (*Ann. de la Soc. entom. de France*, séance du 28 février 1894).

44. — Observations biologiques et anatomiques à propos de trois fourmilières artificielles (*Bull. de la Soc. entom. de France*, séance du 26 février 1896).

Travaux sur les rayons Röntgen

45. — Sur l'application des rayons Röntgen aux études paléontologiques (*B. S. G. F.*, 9 novembre 1896). Un extrait de cette note a été présenté à l'Académie des Sciences.

46. — De l'application des rayons Röntgen à l'étude du squelette des animaux de l'époque actuelle (*Comptes-rendus des séances de la Société de Biologie*, 28 novembre 1896). Un extrait de cette note a été présenté à l'Académie des Sciences, 1896.

47. — De l'application des rayons Röntgen à l'étude de la zoologie actuelle et de la Paléontologie (*Revue générale internationale scientifique, littéraire et artistique*, décembre 1896). Gr. in-8.

48. — Sur l'application des rayons Röntgen à l'étude des articulés (*Bull. de la Soc. entom. de France*, 24 février 1897).

Travaux de Botanique

49. — Atlas des caractères des plantes de la flore parisienne et de la flore rémoise, avec 20 planches. Gr. in-8. Reims, 1880.

50. — Les fougères de la flore rémoise et de la flore parisienne, avec 11 planches. Gr. in-8. Reims, 1881.

51. — La Vigne en Champagne pendant les temps géologiques, avec une planche. Communication faite devant le Comité central d'études et de vigilance de la Marne contre le Phylloxera. In-8. Châlons-sur-Marne, 1884.

Travaux de Médecine

52. — Phlegmons périnéphrétiques (*Union médicale*, 1864).

53. — Kystes du testicule, avec une planche (*Gazette médicale*, 1864).

54. — Tumeurs hypertrophiques de l'urèthre, avec une planche. Thèse pour le doctorat en médecine, 1866.

55. — Etude comparée des maladies de l'enfance et de la vieillesse. Discours de rentrée à l'Ecole de Médecine, 1868.

SUR UN NOUVEAU MODE DE COORDINATION DES DIAGRAMMES SENTANT LES MAGMAS DES ROCHES ÉRUPTIVES

par M. A. MICHEL-LÉVY

(PLANCHES III, IV, V, VI, VII).

e note précédente (1), nous avons proposé l'emploi d'un e représentatif de l'analyse en bloc de chaque roche basé sur le calcul de la quantité d'alcalis et de chaux s pour feldspathiser l'alumine. Nous avons déduit, de un grand nombre de diagrammes, les entrées multiples au, dont les cases permettent de vérifier la corrélation ntre la composition chimique et minéralogique d'une née.

évidemment commode et utile de résumer, même d'une mplète, cette corrélation sur une épure unique, pouvant yeux ; nous avons été amené à aborder ce problème, en ne solution que M. Iddings en a récemment proposée (2). l pour abscisse le % de silice totale, donné par l'ana- loc, et pour ordonnée le rapport en poids atomiques $_2O$) : SiO_2 ; ainsi les orthosilicates (néphéline) auront nnée 0,50 ; les métasilicates (leucite), 0,25 et certains es, notamment l'orthose et l'albite, 0,166.

signale en outre la possibilité de compléter la représen- phique en recourant à une troisième coordonnée, donnant ativement le rapport atomique $Al_2O_3 - (Na_2O + K_2O)$: $- K_2O)$, ou encore celui des éléments ferro-magnésiens lice $FeO + MgO + CaO - (Al_2O_3 - [Na_2O + K_2O]) : SiO_2$. Iddings n'a fait aucune application pratique de ces rap- pliqués et nous nous bornerons à étudier ses diagrammes es points représentatifs restent tous en deçà de certaines

. *F.*, t. XXV, 1897, pp. 326 à 377.
k Classification. *Journal of Geology*, t. VI, 1898, pp. 92 à 111.

courbes limites, comprenant, pour les roches riches en potasse, la leucite et l'orthose, pour les roches riches en soude la néphéline et l'albite.

Il est facile de trouver l'équation de ces courbes, dont M. Iddings n'a pas défini la nature géométrique : considérons, par exemple, tous les silico-aluminates de potassium ayant pour formule K_2O, Al_2O_3, $mSiO_2$. Posons :

$$(1)\quad C\,(K_2O + Al_2O_3 + mSiO_2) = 100$$

D'après les coordonnées choisies, on a :

$$(2)\qquad x = Cm\ SiO_2$$

$$(3)\qquad y = \frac{1}{m}$$

Éliminant C et m entre ces trois équations, nous obtenons le lieu des points cherchés :

$$xy\left(\frac{K_2O + Al_2O_3}{SiO^2}\right) + x = 100$$

C'est une hyperbole équilatère, dont les asymptotes sont parallèles aux axes de coordonnées ; l'une d'elles se confond même avec l'axe des y ; la courbe passe par le point $x = 100$, $y = 0$.

Le fait, mis en lumière par M. Iddings, que les points représentatifs des roches éruptives ne dépassent pas les courbes limites en K, et en Na, indique simplement que, dans les roches pauvres en magnésie et en chaux, il peut y avoir excès d'alumine par rapport aux alcalis, une fois ceux-ci pourvus d'alumine feldspathisable (c'est le cas de nos diagrammes contenant de l'alumine *a*), mais qu'il y a rarement défaut de cet élément et que, quand ce défaut se réalise (c'est le cas de nos diagrammes contenant de la soude libre *n'*), il y a d'autre part excès d'éléments ferrifères (pantellérites, phonolites, malignites). Alors cet élément masque le défaut d'alumine par rapport à la teneur totale de silice ; en d'autres termes, il reporte le point figuratif de la roche du côté décroissant de la silice totale.

Il est d'ailleurs naturel que les roches, dépourvues d'éléments ferro-magnésiens et appartenant à nos magmas alcalins, se rangent en général près des courbes limites ainsi obtenues, et nous ne comprenons pas bien les réflexions que cette coïncidence suggère à M. Iddings : d'après lui, elle confirmerait la théorie de la différenciation, telle qu'il l'a présentée dans ses précédents mémoires :

ne preuve que la différenciation affecte des groupements exes que les simples oxydes de potassium ou de sodium ; ments seraient probablement analogues aux silico-alu- calins, susceptibles de donner les minéraux connus. se défend cependant d'accepter les noyaux (Kern) de usch, puisque, suivant les circonstances, un même férencié peut donner des roches à orthose et biotite, ou olivine.

théoriques nous paraissent peu concluantes, à propos le constatation faite au sujet des courbes limites : n'in- pas tout simplement que les silicates alcalins plus ue la leucite et la néphéline, ou moins chargés d'alumine dspathides, sont plus entraînables par les minéralisa- plus solubles dans l'eau pure, et que par conséquent ils er encore plus loin dans les salbandes des réservoirs ques ?

ndrait la saturation en chlorures et sulfates alcalins des céans, dont les dépôts lagunaires apparaissent dans la fiée sous forme de masses énormes de sel gemme et de st-il pas évident que les mêmes arguments dont M. Iddings tirer parti à propos des magmas des roches éruptives, e appliqués aux terrains métamorphiques de profondeur s gneiss, les schistes feldspathisés et micacés, etc. ? Ici ont les silico-aluminates alcalins de la famille des felds- ominent de beaucoup et, quand on sort de cette famille ne de feldspathisation, c'est dans les silicates exclusive- ineux que l'on tombe, loin de trouver des silicates uvres en alumine. Les points représentatifs des roches iques se rangeraient, eux aussi, d'un seul côté des nites, et cependant on ne peut guère attribuer à cette roches une différenciation analogue à celle que suppose ret.

t encore, dans les terrains moins métamorphiques, les 'isolent, à l'état insoluble, que sous la forme de micas paths ; les wernérites seules font exception et encore de remarquer que les alcalis y sont associés à la chaux, yre reproduit par fusion ignée le labrador et que sa uor indique nettement sa relation avec des fumerolles. sons donc qu'il faut renoncer à chercher, dans l'abon- ive de l'alumine par rapport à la teneur en alcalis, ou nce de silicates alcalins plus basiques que les orthosili-

cates, un argument en faveur du mode de différenciation préconi par M. Iddings, et nous passons aux critiques que nous suggère choix de ses variables; car ce sont ces critiques qui nous o amené au nouveau mode de représentation graphique que no allons proposer.

Pourquoi a-t-il recouru au rapport atomique entre les alcalis la silice totale ? S'il avait simplement pris pour ordonnée somme °/₀ des alcalis, ses courbes limites se seraient simplifiée sans cesser d'avoir la même signification ; elles deviennent d droites :

$$(1)\quad C\left(K_2O + Al_2O_3 + m\ SiO_2\right) = 100$$

$$(2)\quad x = CmSiO_2$$

$$(3)\quad y = CK_2O$$

D'où, après élimination de C et m :

$$y\left(1 + \frac{Al_2O_3}{K_2O}\right) + x = 100$$

Cette droite passe par le point $x = 100$, $y = 0$.

Mais le choix pour y d'une fonction exclusive des alcalis lais de côté la chaux feldspathisable, c'est-à-dire un corps égalemen susceptible de s'introduire dans les éléments blancs, non ferr magnésiens. Aussi les courbes limites de M. Iddings n'ont-ell une signification intéressante que pour les magmas alcalins, dan lesquels l'absence de magnésie entraîne la rareté de la chaux des oxydes de fer.

Nous proposons de prendre pour ordonnée la somme des alcali et de la chaux feldspathisable (1) :

$$y = k + n + c$$

Quant au choix de la silice totale comme abscisse, il nous para indispensable de la remplacer par celle que l'on peut raisonnabl ment attribuer aux éléments blancs seulement ; appelons s la silic totale, s' la silice des éléments ferro-magnésiens, s'' celle des élé ments blancs ; supposons, comme première approximation, que le éléments ferro-magnésiens contiennent 40 °/₀ de silice :

$$s' = 40/100\ (m + f + c' + s') = 2/3\ (m + f + c')$$

(1) Notations de notre diagramme caractéristique : k, n, c, potasse, soude et chau feldspathisables; c' et n', chaux et soude non feldspathisables (dénuées d'alumine) m, f, magnésie et oxydes de fer; a, excès d'alumine après saturation de toutes le bases feldspathisables.

nous prendrons pour coordonnées définitives :

$x = s'' = s - s' = s - 2/3\ (m + f + c')$
$y = k + n + c$
$z = m + f + c' + s' = 5/3\ (m + f + c')$

ce qui précède, nous avons supposé l'alumine entière-
ormée en feldspaths ou en feldspathides, et les alcalis,
oujours entièrement saturés par l'alumine, c'est-à-dire
ations que nous avons proposées, $a = 0$, $n' = 0$. Si a ou
grands que 0, nous conviendrons de joindre a à y et
ffet, un grand excès d'alumine signale, abstraction faite
décomposées, la possibilité de naissance des micas
soude non feldspathisable, est généralement à attribuer
tes sodifères, achmite, œgyrine, cossyrite.
ésenter z sans recourir à la géométrie à trois dimen-
supposerons sa valeur introduite dans l'équation d'une
limites, par exemple celle du calcium :

$$y\left(1 + \frac{Al_2O_3}{CaO}\right) + x = 100 - z$$

ion d'un plan passant, pour $z = 0$, par la droite limite

$$y\left(1 + \frac{Al_2O_3}{CaO}\right) + x = 100$$

e telle sorte que, si l'on fait successivement $z = 10, 20,$
obtient des droites parallèles à la première et se proje-
plan de l'épure de façon à passer par les points $x = 90$,
de l'axe des abscisses.
ons en outre que, sur chacune de ces nouvelles lignes,
des points figuratifs de la néphéline, de la leucite, etc.,
a rencontre de droites passant par les points similaires
limite primitive, et convergeant vers l'origine $x = 0$,

met les approximations précédemment proposées, le
tif d'une roche, sur une pareille épure, nous donnera
otions sur sa place dans la série pétrographique. Sa
rapport aux obliques z procurera la teneur en éléments
ésiens; les droites convergeant vers l'origine des coor-
rmettront de prévoir la composition approximative des
ancs, à condition que nous sachions si nous devons
à la ligne directrice du potassium, du sodium ou du

calcium. Dans ce but, nous proposerons d'introduire une nouve
et dernière notation en marquant d'un point rond, d'un carré
d'une croix les roches caractérisées par les notations k_p, k_m,
potasse plus petite en poids que la soude, potasse égale en poid
la soude, potasse plus grande. Cette notation, sommaire et pratiq
correspond d'ailleurs sensiblement avec le rapport atomiq
(Na_2O/K_2O) égal ou plus grand que 2, compris entre 2 et 1, é
ou plus petit que 1.

Dans ces conditions (1), les familles, bien déterminées au po
de vue minéralogique, se groupent d'une façon satisfaisante ; seu
les séries mal définies ou généralement décomposées, comme
porphyrites, les andésites et les kératophyres, s'éparpillent sur u
trop vaste surface.

Quant aux séries de localités voisines ayant réellement un
de famille, comme celles du Vésuve, de Bohême, de Pantellar
le plus grand nombre est caractérisé seulement par le rappor
peu près stable des alcalis feldspathisables entre eux ; on ve
plus loin les trois principaux chemins qu'elles peuvent parcou
sur l'épure.

Mais on peut remarquer, dès à présent, que la variation de
rapport des alcalis, entre eux, acquiert toute son amplitude seu
ment dans quelques familles de roches, telles que les granites et
lamprophyres. Les autres familles ne présentent que des variati
de moindre amplitude, ou même supposent la prédominan
constante de l'un des alcalis.

Parmi les groupes nécessitant une subdivision ou une déter
nation plus exacte, nous commencerons par l'examen des grani
et des roches porphyriques qui en dérivent : *rhyolites et porphy*
M. Rosenbusch a fait remarquer que c'est dans les roches les p
vitreuses de la série que la séparation des alcalis atteint son ma
mum d'amplitude ; on connaît des pechsteins presqu'exclusi
ment sodifères et d'autres dans lesquels la potasse est le seul alc
Ces variations s'observent, sur une moindre échelle, parmi
granites eux-mêmes, et tout cet ensemble de roches acides appe
au moins trois subdivisions, résumées par les symboles d
définis k_p, k_m, k_g.

Dans les *andésites et les porphyrites*, le mal provient du défaut
précision apporté jusqu'à présent dans la détermination des mic

(1) Sur l'épure (Pl. III), on n'a considéré les droites limites que pour z =
pour z = 10, 20, 30, etc., on les remplace toutes par une droite intermédiaire e
celles de la soude et de la chaux.

thiques de ces roches, et de l'importance exagérée
x grands cristaux de même nature, comme base de la
. Cette catégorie de roches est évidemment celle où la
lans la détermination des plagioclases a laissé la trace
le : elle se traduit par une confusion non seulement
es auxquelles nous avons donné, M. Fouqué et moi, le
adorites, mais encore avec certaines roches à micro-
, etc. Le remède doit être cherché dans la diffusion des
atiques de détermination optique, qui ont fait de si
rès au cours de ces dernières années.

basaltes, vrais représentants dans la série porphyroïde
et des gabbros, ils empiètent sur le domaine des lam-
l'on a parfois donné leur nom à des roches dont les
t avec les téphrites (Bohême) ou les leucotéphrites
Il faut bien reconnaître que la détermination miné-
plus rigoureuse ne suffit pas toujours pour établir un
éfinitif, à cause de l'abondance de la matière vitreuse,
sine, comme composition, de la néphéline ou de la
tre part, la décomposition facile des feldspathides les
méconnaissables; nous avons cherché, M. Lacroix et
quer ainsi la rareté extrême des roches à feldspathides
aux temps tertiaires, rareté inexplicable en présence
rables filons lamprophyriques de l'époque houillère et
par exemple.

ède est dans l'interprétation de l'analyse en bloc. Une
l'étude attentive des épigénies (1) nous a permis de
existence d'une leucotéphrite ancienne, dont la leucite
ment épigénisée en albite.

s mis à part les *kératophyres* et les *pantellérites*, parce
hes, très spéciales, méritent une mention détaillée et
malgré leur rareté, un des magmas pétrographiques
tructifs.

kératophyres, les uns, fort attaqués par les actions
, se rattachent aux rhyolites et leur richesse en sodium,
operthite paraît avoir une origine épigénique. D'autres
ellement aux dacites et aux pantellérites.

ue les pantellérites acides font suite à une série plus
alifiée d'andésites augitiques et caractérisée par une
esse en soude et même en potasse. En fait, elles se

rte géol. de France, Leucotéphrite à pyroxène de la base du Culm
(Michel-Lévy et Lacroix), n° 45, 1895. Paris, Baudry.

répartissent sur l'épure entre les dacites, les trachytes et les p
nolites, et les diagrammes montrent que, par leur faible teneur
chaux feldspathisable, elles doivent contenir de l'anorthose et
albites acides.

La silice totale est voisine de 60 °/₀, tandis qu'elle atteint jusq
72 °/₀ dans les pantellérites acides. Il y a en outre, dans ces d
nières, un grand excès de sodium sur le potassium, beaucoup
fer, peu d'alumine et seulement des traces de calcium et de mag
sium. Le diagramme caractéristique de ces roches (*Bull. Soc. gé*
XXV, 1897, Pl. X, fig. 14) montre que près de la moitié de la so
passe dans les bisilicates; la soude feldspathisable est à pe
supérieure à la potasse (km). En somme, la roche doit être et
composée de bisilicates voisins de l'achmite (*Ibid.* Pl. XIV, fig.
et d'anorthose (Pl. XIII, fig. 49). Il y a évidemment un grand ex
de silice; chose remarquable, elle reste dans le magma vitreu
on n'a jamais signalé ni quartz, ni tridymite, dans les pantellérit

En résumé, le magma des pantellérites constitue le pendant
celui des rhyolites, dans la série dacites-phonolites-téphrites
n'a pas de correspondant connu dans la série granitoïde, d
aucun terme n'est aussi riche en soude et aussi pauvre
alumine.

C'est, en effet, un des services que peut rendre la nouvelle épu
de faire sauter, pour ainsi dire, aux yeux la correspondance en
les magmas des roches granitoïdes et porphyriques. Sur l'ép
représentée Pl. III, on a défini le champ probable des roches gra
toïdes par l'emploi de différentes teintes plates; il y a peu
superpositions et le contact seul des lamprophyres et des diaba
a prêté à ce genre de confusion, la chaux dominant dans les d
bases et les alcalis dans les lamprophyres.

Les roches porphyriques, au contraire, empiètent les unes
les autres et, en outre, se superposent à diverses roches granitoïd
Cependant les concordances entre les deux grandes séries pét
graphiques peuvent être facilement reconnues et définies; il
plus, les séries naturelles de magmas, du plus acide au p
basique, ressortent d'un examen un peu attentif de l'épure : tou
ces séries viennent aboutir dans l'area des péridotites, représent
la scorie ferro-magnésienne presque pure et correspondant, d
la série porphyrique, aux basaltes à mélilite et aux limburgit
De ce point de départ commun, divergent trois séries principal
plus particulièrement riches en chaux, en soude, en potasse.

1. *Série principalement riche en chaux.* — Dans ce qui suit, n

ons l'énumération par les roches de la série porphy-
: limburgites succèdent les basaltes, les labradorites,
ndésites et dacites, et enfin quelques rares porphyres et
Les limburgites correspondent pour partie aux pérido-
r partie aux diabases; les basaltes se superposent aux
es labradorites aux diorites; les andésites et les dacites
s; le reste de la série va avec les granites calcifères et,
e, elle suit le bord inférieur de l'épure, sans descendre
s hautes teneurs en silice.

iche en soude. — Elle commence par les néphélinites
e poursuit par les téphrites, puis par les néphélinites
e. Les phonolites, qui viennent ensuite, coïncident avec
naximum en bases feldspathisables; puis la teneur en
oissant, la série se bifurque. Une de ses branches des-
es andésites et les dacites, vers les pantellérites, riches
uvres en alumine. L'autre, moins exceptionnelle, passe,
chytes et les dacites, aux porphyres et aux rhyolites
ude et en alumine.

deux cas, la série des néphélinites et téphrites corres-
amprophyres (variétés kersantites), puis aux syénites
. Les phonolites sont à cheval sur les syénites éléolitiques,
simples et les granites. Puis la branche pantelléritique
s syénites et manque de correspondant granitoïde acide.
aire, la branche rhyolitique entame largement les gra-
cend, avec eux, vers les roches les plus acides.

iche en potasse. — Des leucitites à olivine, on passe aux
tes, puis aux leucitophyres; la transition aux rhyolites
otasse se fait par des phonolites et des trachytes égale-
en potasse.

ites et les leucotéphrites à olivine correspondent aux
es, types minette et orthophyre micacé; les leucoté-
s olivine et les leucitophyres sont du domaine des
citiques et éléolitique; tout le reste de la série appartient
s riches en potasse et va ainsi par gradations insensibles
e pure.

familles naturelles suivant une partie au moins des che-
ques que nous venons d'indiquer, la série de Bohême (1),
M. Hibsch, suit le chemin n° 2, branche granitique, des
olus basiques aux trachytes inclusivement. Les roches

97, n° 1.

de Pantellaria donnent, à notre connaissance, l'unique exemple d la branche pantelléritique. On remarquera que toute la série d Bohême est caractérisée par le symbole kpm, tandis que, malgré le richesse absolue en soude, les pantellérites et les soi-disant andésit augitiques, qui les accompagnent, ont pour symbole km, parce q l'excès de soude entre dans les éléments ferro-magnésiens.

Une série très naturelle est constituée par les trachytes et l leucotéphrites du Vésuve; elle a, tout entière, le symbole kg.

Dans le Plateau central, les Puys ont une tendance vers la sér calcique, avec le symbole kpm ; le Mont-Dore vers la série sodifèr avec le symbole kmp.

En résumé, au point de vue pratique, l'épure que nous proposo nous permet de contrôler rapidement la détermination minéral gique d'une roche. Elle démontre que cette détermination res encore la meilleure base d'une classification rationnelle des roche à condition que, pour certaines séries, elle soit accompagnée d'u détermination rigoureuse des feldspaths. Les granites, les andésite les lamprophyres, peuvent ainsi être convenablement sériés, mêr en l'absence de toute analyse chimique. Au contraire, cette analy sera indispensable dans le cas de certaines roches riches en magn amorphe, comme les basaltes, les rhyolites, etc.

Au point de vue théorique de la différenciation, les dernie efforts tentés pour classer les magmas, loin de consolider la théor du vase clos, nous paraissent favorables à la notion d'une scor universelle ferro-magnésienne, de fusion purement ignée, à él ments d'ailleurs assez variables, à laquelle viennent s'adjoind d'autres éléments facilement entraînables, alcalis, alumine, silic

L'épure de la Pl. III montre, par l'examen des parties du pl que n'occupent pas les points représentatifs des magmas éruptifs, l conditions à remplir par ces éléments entraînables, en partie sol bles même dans l'eau, pour qu'ils n'émigrent pas dans les portio de l'écorce terrestre supérieures aux réservoirs de magmas fondu

A droite, en bas de l'épure, vers l'origine des coordonnées, scorie ferro-magnésienne domine et peut se présenter à l'état pureté, $z = 100$.

Mais déjà dans les péridotites et à fortiori, dans les lamprophyre apparaissent de petites quantités de silico-aluminates alcalin Seulement la silice ne peut y varier dans de grandes proportions ainsi, le long de l'oblique $z = 70$, les 30 % d'éléments blancs peuvent contenir que :

Bases feldspathisables $k + n + c = 4{,}5$ à 7 %
Correspondant à silice $s'' = 17{,}5$ à 11.

ortions se conservent sensiblement jusqu'à $z = 50$; les ments blancs comportent en effet les seules variations

$$k + n + c = 7 \text{ à } 11$$
$$s'' = 30 \text{ à } 20$$

soude domine, cette composition oscille entre l'andésine line, suivant la teneur en chaux feldspathisable. Quand domine, elle permet la naissance de l'orthose (lampro- mica noir) ou celle de la leucite (leucitites à olivine) nature de l'élément ferro-magnésien et les conditions de sation.

de $z = 20$, les conditions de fixation des éléments issent un changement notable ; la diminution de la quan- rie ignée donne à la teneur en silice une possibilité de ans des limites de plus en plus étendues ; en même temps é de bases feldspathisables passe haut et bas par des téressants : en haut, maximum absolu de 18 °/₀ ; en bas, relatif de 8 °/₀, correspondant à 55 °/₀ de silice s'' (albite). es éléments ferro-magnésiens tendent vers 0, la silice à artz peut remplacer tous les autres éléments de la roche ; s filons de granulite dont nous avons signalé, dans la e Ronda, la dégénérescence en quartz gras, quand on les uteur. D'autre part, M. H. W. Turner cite en Californie composées de néphéline presque pure et certains phono- virons du Puy présentent la même dégénérescence. En t au maximum précédemment donné de 18 °/₀ de bases ables, il correspond à une teneur en silice s'' de 50 °/₀, ire pour la série potassique, entre l'orthose et la leucite, série potassique et sodifère, entre l'anorthose et la

de l'oblique $z = 0$, c'est-à-dire pour les magmas exclusi- calins, la variation de teneur en silice peut donc être la liaison se fait entre les magmas éruptifs et ceux des oncrétion ayant pour origine les fumerolles profondes. granulites et les pegmatites qui la procurent.

me, les faits mis en évidence par l'épure proposée, et connus par ailleurs, montrent l'extrême rareté de produc- ilico-aluminates alcalins ou calcaires contenant moins que les feldspaths et les feldspathides, et moins de silice thosilicates. Les silico-aluminates alcalins plus basiques alumineux doivent être comme lessivés et entraînés au

loin ; le mécanisme de production des roches cristallophyllienne feldspathisées en est la preuve palpable.

Quant à l'excès de silice, il suppose nécessairement une origin hydrothermale aux roches qui le comportent, et ne peut s'associe aux autres conditions de genèse des magmas éruptifs que lorsqu la scorie de fusion ignée ferro-magnésienne rétrocède. L'excès d silice, sous forme de quartz libre, ménage avec évidence la transi tion entre les magmas éruptifs et ceux des filons concrétionnés. De esprits éminents ont même pensé que tout le quartz des roche éruptives est d'origine secondaire et d'apport épigénique. San aller à cet excès, que contredit le quartz de première consolidatio des porphyres et des rhyolites, il est permis de fonder sur ce diverses circonstances la cause qui rend si semblables entre eux le granites et les gneiss, et d'y trouver une confirmation du mécanism de production des schistes micacés et feldspathisés et des leptynite aux dépens des terrains stratifiés.

EXPLICATION DES PLANCHES III, IV, V, VI, VII.

Planche III.

La planche III résume les données relatives à un grand nombre d'analyse puisées dans les ouvrages spéciaux et notamment déjà citées par MM. Zirke Rosenbusch, Iddings, Brögger, etc. Les analyses, citées par M. Zirkel, sont d'autan plus précieuses qu'elles se rapportent à des roches décrites au point de vue min ralogique et déjà nommées suivant une classification analogue à celle qui a cou en France.

Les area des roches granitoïdes sont définies par des teintes plates; quand il y superposition, comme pour les diorites et les lamprophyres, ou pour les diabas et les lamprophyres, les teintes plates des roches superposées alternent en band minces horizontales.

Les roches porphyroïdes sont limitées par des liserés de couleurs plus vive généralement rouges pour les roches de la série riche en potasse, verts pour l série sodifère et bleus pour la série calcique.

Voici la liste des roches approximativement délimitées et les notations qui le désignent :

Roches granitoïdes. — G. — Teinte plate rose; Granites avec excès de potas + k_g, égalité de potasse et de soude □ k_m, excès de soude ● k_p. On peut suiv la distribution de ces divers granites sur l'épure Pl. IV, points rouges à gauche d l'oblique z = 10, au-dessous de la ligne représentant l'oligoclase. D'une faço générale, les granites potassiques se rangent à gauche de l'area, les granites sod fères à droite, ainsi que ceux dans lesquels croît la teneur en chaux.

Teinte plate blanche. A gauche, en bas, contre les granites, se rangent UARTZIFÈRES et MICACÉES T_3, marquées en vert sur l'épure Pl. IV, avec k_p, entre z = 10 et z = 20; ce sont les Banatites, les Klausenites, les

ES S, k_g Plauénite, k_m Monzonite, k_p Laurvikite, se rangent un peu droite, dans la même area blanche. Elles sont marquées en points , sous l'orthose et à gauche de z = 20.

is vient une teinte violette, en partie superposée aux lamprophyres attribuée une teinte rose. Le violet est attribué aux DIORITES nor- ESTERELLITES. Elles sont toutes caractérisées par le symbole k_p. et points ronds pleins verts sur l'épure Pl. V, *à droite de l'oblique* a, *dans cette situation*, marqués en vert sur cette épure, que les résentatifs des diorites et deux carrés k_{m-g} figurant des leucitophyres. and nombre des diorites est compris entre z = 20 et z = 30; cepen- s-unes d'entre elles s'associent aux diabases.

- Les DIABASES, les GABBROS et les NORITES sont marqués en teinte ir l'épure Pl. III, et tout entiers superposés aux lamprophyres. D'une le, les diabases et les gabbros sont pauvres en potasse k_p et riches pure Pl. V les représente par des points bleus ronds, pleins, éche- z = 30 et z = 45. Les quelques points k_{p-m}, qui y sont mêlés (point cadré d'un petit carré), appartiennent à des Teschénites.

rtie inférieure, à droite, près des diorites, trois points rouges (k_p) des norites N, pauvres en chaux et en potasse, riches en magnésie.

granites, on peut passer en haut aux SYÉNITES ÉLÉOLITIQUES k_p, k_m, s k_{m-g}, dont l'area est teintée, Pl. III, en vert. Les principaux points ont été figurés Pl. IV, en vert, au-dessus de la ligne de l'orthose, à blique z = 20.

avons groupé sous une teinte rose, avec une lettre unique L, Pl. III, de famille des LAMPROPHYRES; ce ne sont pas à proprement parler anitoïdes, bien qu'elles passent à cette structure par les minettes et s ; on y a réuni les Ijolites I, les Malignites M, et aussi les orthophyres rites micacés, voire les variolites υ. Ce vaste ensemble se superpose x diabases et partiellement aux diorites, entre z = 20 et z = 45.

, Pl. IV, les lamprophyres les plus basiques, susceptibles de se trans- ches à feldspathides par fusion ignée, ont été pointés en rouge. Ils tout à partir de l'ordonnée z = 30. Les points ronds, correspondant k_p (peu de potasse), appartiennent principalement aux camptonites et carrés k_{pm} et k_m se réfèrent aux kersantites et aux malignites; les minettes et aux orthophyres micacés.

de la ligne figurative de l'orthose, les lamprophyres plus acides et sont pointés, Pl. IV, en bleu. Plusieurs d'entre eux présentent un ine. Ils ne correspondent plus, dans la série porphyrique, à des roches es, mais bien à des mélaphyres et à des basaltes présentant généraletaine teneur en potasse.

ême que tous les magmas se donnent rendez-vous sur la gauche vers t dégénèrent ainsi jusqu'au quartz pur, sur la droite on voit tous les verger vers l'area violette des péridotites qui tendent vers le magma ien pur, z = 100.

orphyriques. — Les liserés fortement colorés, qui représentent les cipales roches porphyriques, empiètent beaucoup plus les uns sur les

autres que les teintes plates des roches granitoïdes. Nous suivrons successivemen la série rouge (potassique), verte (sodifère), bleue (calcique).

Série rouge (potassique). — π, ς. — Les Porphyres, les Rhyolites, le Pechsteins et les Perlites se superposent très exactement aux granites les plu acides ; on trouvera, Pl. V, en points bleus à gauche de l'oblique $z = 10$, l repérage d'un grand nombre de ces roches, correspondant, comme les granites aux symboles k_g, k_m, k_p. Les variétés k_g, k_m passent aux trachytes, les variétés k aux dacites et aux andésites.

τ, o. — Les Trachytes et les Orthophyres confinent en bas aux rhyolites empiètent en haut sur les phonolites et s'arrêtent aux leucitophyres. A droite leur domaine s'étend jusqu'à $z = 20$; ils doublent en grande partie les andésite qui cependant s'étendent jusqu'à $z = 30$.

En somme, les trachytes se montrent les équivalents des granites les plus basique et des syénites. Ils sont pointés, Pl. V, en rouge et s'étendent entre $z = 0$ e $z = 20$, entre l'albite et le labrador. Les symboles sont presque toujours k_g ou k_m

φ_1. — Les Phonolites, développés à la partie supérieure, la plus basique, de l'are des trachytes, admettent les notations k_g, k_m, k_p et sont à cheval sur les granite et sur les syénites éléolitiques. Une partie d'entre eux appartiennent à la série rouge une autre à la série verte ; à la première se refère (Ψ_2) la leucotéphrite sans olivin de Rocca Monfina.

Ψ_1. — Puis viennent les Leucitophyres k_{m-g}, empiétant sur les syénites leuci tiques et sur les lamprophyres, et auxquels se marient :

Ψ_3. — Les Leucitites sans olivine ;

Ψ_4. — Les Leucotéphrites a olivine ;

Ψ_5. — Les Leucitites a olivine.

Toutes ces roches sont superposées aux plus basiques des lamprophyres, riche en potasse, et empiètent même un peu sur certaines péridotites.

Série verte (sodifère). — Elle a le même point de départ que la précédent jusqu'aux phonolites φ_1 inclusivement. Cependant, on peut y accéder aussi par l série des Pantellérites θ, marquée en points longs verts sur la Pl. III, et repré sentée par un pointé exact, rouge, k_m et k_{p-m}, Pl. VII.

Des phonolites, on passe aux Téphrites et aux Néphélinites sans olivin φ_2, φ_3 ; aux Téphrites et aux Néphélinites a olivine φ_4, φ_5. Toutes ces roche sont superposées aux lamprophyres basiques, riches en soude.

On peut indifféremment rattacher, à cette série ou à la série calcique, le Basaltes a mélilite ζ, qui, grâce à leur extrême basicité, sortent des limite normales de l'épure et s'approchent de l'origine des coordonnées en passant au dessus de la droite figurative de la néphéline.

Série bleue (calcique). — Des porphyres et des rhyolites, on passe aux Kérato phyres et aux Dacites, χ et δ, dont l'area s'étend entre $z = 0$ et 20, entre l droite de l'anorthose et une ligne fort au-dessous de celle de l'albite.

Les dacites ont été pointées en vert, Pl. V ; elles se réfèrent presque toutes a symbole k_p et sont superposées d'une part à certaines andésites, d'autre part au granites et aux diorites quartzifères.

Nous avons déjà développé la raison qui, selon nous, explique le grand développe ment de l'area des andésites α ; elle comprend certainement des albitophyres, de andésites proprement dites, et des labradorites, sans compter bon nombre de tra chytes à grands cristaux de plagioclases ; les exemples que nous avons groupés Pl. VI, points rouges, comportent les symboles k_p et k_m ; dans un cas même, k_g.

La case des Labradorites λ ne comprend que des roches du Plateau Central e

lle se réfère à des roches à microlites de labrador, et sans grands ndants d'olivine; les symboles en sont k_m et k_p; elles sont superposées (Pl. VI, points verts).

a des MÉLAPHYRES μ et des BASALTES β, nous avons fait une subdivi- nontre bien justifiée par le pointé d'un grand nombre de ces roches : k_p. très pauvres en potasse, très riches en chaux; au-dessous, les es mélaphyres $k_{p\text{-}m}$ et k_m, se chargeant de potasse. Les premiers sont e des gabbros et des diabases, les seconds correspondent, au moins t, à certains lamprophyres (points bleus de la Pl. VI).

LIMBURGITE ξ est l'équivalent bien avéré de certaines péridotites et, , occupe une place restreinte entre z = 60 et z = 70.

PLANCHE IV

ations données à propos de la Planche III nous permettent de procéder nple énumération.

points rouges k_g, k_m, k_p, entre z = 0 et 10, au-dessous de l'oligoclase.

points rouges k_g, k_m, k_p, entre z = 10 et 20, entre l'anorthose et

uartzifères et micacées ; points verts k_p, k_m, entre z = 10 et 20, e l'albite.

léolitiques ; points verts k_p, k_m, entre z = 0 et 20, entre l'orthose et

eucitiques ; points verts $k_{m\text{-}g}$.

yres basiques ; comprenant les Malignites M et l'Ijolite I; points amptonites), k_m, k_g, entre z = 25 et 45 au-dessus de l'orthose.

yres acides ; comprenant les variolites υ, points bleus k_g, k_m, $k_{m\text{-}p}$ et 50 au-dessous de l'orthose.

PLANCHE V

s, rhyolites, pechsteins et perlites ; points bleus k_g, k_m, k_p, entre au-dessous de l'anorthose.

oints verts k_p, un seul k_m, entre z = 0 et z = 20, au-dessous de

; points rouges k_g, k_m, un seul k_p, entre z = 0 et 20, de l'albite au

s ; points verts k_g, k_m, k_p, entre z = 0 et 20, de l'orthose au labrador.

yres ; points verts $k_{m\text{-}g}$ (une croix dans un carré), de z = 8 à 32, se et la leucite.

points verts, exclusivement k_p, presque tous entre z = 20 et 30, avec ions pour z = 35 et 42, entre l'anorthose et le labrador.

et Gabbros ; points bleus k_p, et *Teschénites* points bleus $k_{m\text{-}p}$ (un point ré), de z = 29 à 54, entre la leucite et l'oligoclase.

oints rouges k_p, de z = 28 à 40, de l'orthose à l'albite.

PLANCHE VI

t Mélaphyres ; points bleus; les basaltes comportent des points k_p et ointés $k_{m\text{-}p}$; les mélaphyres sont, pour la plupart, représentés par des

carrés k_m. Toute la série est riche en chaux et pauvre en alcalis, excepté quelque basaltes à affinités lamprophyriques, riches en potasse, au-dessous de la ligne d labrador.

Labradorites; points verts k_{m-p} et k_m, empiétant sur les basaltes et en parti représentés par des andésites mal déterminées.

Andésites; points rouges k_p, k_{p-m}, k_m; un point k_g.

PLANCHE VII

On a repéré, sur cette épure, les points caractéristiques des roches de cinq série naturelles présentant de grandes variations de teneur en silice et en élément ferro-magnésiens, celle du Vésuve, riche en potasse (k_g, croix rouges); celle d Bohême, riche en alcalis, mais avec prédominance de la soude (points verts) celle de Castle M[1] (Montana), présentant généralement égalité de soude et d potasse (carrés bleus); celle de l'Etna, pauvre en potasse, riche en chaux et e soude (points ronds bleus); enfin celle de Pantellaria, riche en soude, mais ave défaut d'alumine et excès de silice (carrés rouges k_m et k_{p-m}).

1° On sait que la série Vésuve, Ischia, Rocca Monfina, comporte, de l'acide a basique, des trachytes, des leucotéphrites sans olivine et avec olivine. L'épur montre les trachytes échelonnés le long de la ligne de l'orthose, et les leucoté phrites, par ailleurs similaires, se rapprochant de celle de la leucite; toutes ce roches répondent au symbole k_g et sont représentées par des croix rouges.

2° La série de Bohême (vert), étudiée par M. Hibsch (Lotos, 1897, n° 1), commenc par des basaltes feldspathiques et néphéliniques correspondant à un type d kersantite très basique. Puis vient une venue de téphrites à haüyne et à leucite percée par des filons de lamprophyres et de trachy-andésites (Essexite, Gauteïte plus riches en potasse que les séries plus anciennes.

Aux roches précédentes succèdent de vastes épanchements de phonolites (du type foyaïte) et des trachytes.

Il existe en outre une venue de basaltes feldspathiques et leucitiques, postérieur au moins à toutes les téphrites, et identiques comme magma aux basaltes le plus anciens.

Sauf les trachytes et les trachy-andésites, qui correspondent au symbole k_{g-m} (une croix dans un carré vert), la série des phonolites, des téphrites et même de basaltes feldspathiques ou à feldspathides, se rapporte à k_{m-p} (un point rond dan un carré vert); quelques filons lamprophyriques seuls deviennent pauvres e potasse k_p.

3° La série de Montana, étudiée par MM. Weed et Pirsson, et déjà analysé dans notre précédente note (*B. S. G. F.*, 1897, Pl. XV), est caractérisée par l'égalit entre la potasse et la soude k_m, carrés bleus; il y a une quantité suffisante d silice pour que les roches soient toutes feldspathiques. Elles vont des rhyolite et des granites aux basaltes, en passant par des orthophyres et des syénites, e par des diorites. Il y a en outre des filons de lamprophyres.

A égalité d'éléments ferro-magnésiens, cette série est tout entière au-dessou des deux précédentes.

Dans les deux séries qui suivent, la variation est différente; les éléments ferro magnésiens varient peu; l'élément blanc conserve ses proportions de bases, mai diminue rapidement et c'est la silice qui augmente et paraît remplacer une parti de cet élément blanc.

4° A l'Etna, la série est, en somme, peu variée et elle se cantonne presque tou

confins des labradorites et des basaltes. Elle est représentée exclusi- des points ronds bleus, k_p, qui ne peuvent se confondre avec la série , puisque celle-ci ne comporte que des carrés et une croix.

ellaria, la série comprend des Pantellérites (carrés rouges) et des sol- sites augitiques (carrés avec un point au centre), dans lesquelles l'élé- se rapproche avec évidence de l'anorthose, comme celui des Pantel- rement dites; mais l'élément ferro-magnésien y est de moins en moins

deux dernières séries, la dégradation se fait de haut en bas; la suite aractéristiques suit un chemin descendant analogue à celui des granites hyres, de plus en plus acides. Mais celui-ci est compris entre z = 0 et 10; celui des Pantellérites est compris entre z = 10 et 30 et celui de l'Etna 5 et 45. Ce sont donc là des exemples d'accroissement exceptionnel de grandes variations des éléments ferro-magnésiens; la chose est excep- dehors de z = 0, et surtout marquée dans l'exemple unique qui nous ar les Pantellérites.

SUR LES SPONGIAIRES
LA CRAIE DU NORD-EST DU BASSIN DE PARIS

par M. **Ch. BARROIS.**

tes de fossiles publiées dans mes anciennes recherches hiques sur le Crétacé du N.-E. du Bassin de Paris (1) sont tes à divers titres : les Spongiaires notamment n'avaient éterminés ; j'avais été arrêté par leur état de conservation t.

récemment préparé un certain nombre, des plus communs, tuellement en mesure de donner quelques noms. Toutefois unication a moins pour objet de donner cette petite liste, gnaler aux membres de la Société les services signalés dans la préparation des fossiles le Tour américain des . Cet instrument a été introduit dans les laboratoires de où il est indispensable, par le Dr Arthur Rowe, de Mar- a bien voulu m'initier à son mode d'emploi. Il permet de vec la plus grande facilité et sans aucun effort de la main, de burins, pointes, fraises, meules et disques couverts u de diamant, qui fouillent sans secousses toutes les

l. *Soc. geol. du Nord*, tome V, p. 227, 1878.

anfractuosités des fossiles ou des roches. On y ajuste des bros de divers calibres et de dureté variable, en fil d'acier, de laiton, crin, en blaireau. Ces brosses agissent très légèrement en tourna avec une très grande vitesse ; elles permettent non-seulement nettoyer des charnières, des cloisons, de séparer les minéraux de le gangue, de révéler les ornementations délicates du test ou les déta de la structure des roches, mais même de dégager du calcaire spicules des éponges, qui ressortent en relief quand elles sont co servées en silice, et même quand elles sont remplacées par de limonite. On peut ainsi à volonté étudier les spicules de la surfa ou, en continuant son travail, arriver aux spicules du squelette.

Cet instrument préparant des fossiles parfaits pour la phototy est appelé à rendre les plus grands services à la géologie, ai qu'aux collectionneurs de minéraux et de fossiles. Je me s borné jusqu'ici, pour ma part, à dégager des roches et quelqu fossiles du Musée de Lille, notamment des Spongiaires, dont liste pourra présenter quelque intérêt pour la distribution géog phique de ces formes. Les espèces reconnues me paraissent net ment limitées à des niveaux déterminés du Crétacé.

Cénomanien. — GAIZE A SCHLŒNBACHIA INFLATA :

Jerea pyriformis Lamouroux : Environs de Vouziers, Rethel.
» *mutabilis* Defr. : Id.
» *excavata* Mich. : Id.
» *elongata* Mich. : Id.
Kalpinella rugosa Hinde : Id.
» *pateræformis* Hinde : Id.

Comparée à la faune synchronique du sud de l'Angleterre, ce faunule, caractérisée de même par la prédominance des formes l'ordre des *Lithistidæ*, s'en distingue par l'abondance des *Jerea* l'absence des *Siphonia, Hallirhoa.*

MARNE DE GIVRON A SCHLŒNBACHIA VARIANS :

Plocoscyphia (Polycœlia) lævigata Rœm. sp. Les Fondys.

TOURTIA A ACANTHOCERAS LATICLAVIUS :

Stauronema Carteri Sollas : Dorignies, près Douai, Blanc-Nez.

MARNE A ACANTHOCERAS ROTOMAGENSIS (BANC DE BASE) :

Craticularia Fittoni Mant. (= *Dendrospongia fenestralis* Rœm. Blanc-Nez.

Plocoscyphia labrosa T. Smith (= *Plocoscyphia meandrina* Rœm Blanc-Nez.

nien. — CRAIE A MICRASTER BREVIPORUS :

iculites radiatus Mant. : Setques, Marle.
scyphia coalescens Rœm. sp. : Vervins, Marle.
cularia digitata Smith (1) : Plomion, Prisces, Férée, Fontaine-
vins.

nien. — CRAIE A MICRASTER CORTESTUDINARIUM :

nopora infundibuliformis Gold. : Lezennes.
riculites alcyonoides Mant. : Id.
— *mammillaris* T. Smith : Id.
— *angustatus* Rœm. : Id.
— *cribrosus* Phill. : Id.
— *impressus* T. Smith : Id.
dictyon angustatum Hinde : Id.
chonia simplex T. Smith : Id.
scyphia elegans T. Smith : Id.
ptychium nov. sp. voisin de *argaricoides* Gold. : Lezennes.

ayeux avait déjà signalé le fait que ce « banc des roux », à
es, était essentiellement caractérisé par des Spongiaires de
des Hexactinellides.

ulmin Smith avait déjà (p. 366) reconnu que cette espèce, souvent réunie
cularia Fittoni (Mantell, F. S. D., pl. XV, fig. 10) du Cénomanien, en
réellement.

Séance du 18 Avril 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. E. de Martonne, Vice-Secrétaire, signale, parmi les dons récem ment parvenus à la Société, un volume de *Zoologiska Studier*, publ en l'honneur de Wilhelm Lilljeborg, Upsala 1896, et une livraison d *Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de Saint-Pétersbou* (XXVI, 5), contenant un mémoire de M. Lœwinson-Lessing : Etud de pétrographie générale avec une note sur les roches éruptiv d'une partie du Caucase central, XVII, 404 pp. avec 5 planches diagrammes (en russe).

M. Cayeux présente à la Société une brochure de M. **Migu Cala y Sanchez** intitulée : *Geologia del Término de Móron y De cripcion de su yacimento diatomifero.* Ce travail est accompag d'une préface de M. **Salvador Calderon**.

M. Cayeux offre à la Société, au nom de M. Nentien, un ouvra intitulé : *Les Ardoisières des Ardennes*, par M. **N. Watrin**, contr leur des mines.

M. **M. Bertrand** entretient la Société des *Analogies qui existe entre le bassin de Fuveau et le bassin houiller franco-belge* (1).

(1) Le mémoire détaillé paraîtra dans les *Annales des Mines*.

Séance du 2 Mai 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

layac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la éance, dont la rédaction est adoptée.

te de la présentation faite dans la dernière séance, le proclame membre de la Société :

nille Rouyer, Clerc de notaire à Paris, présenté par pparent et Péron.

ce une présentation et prononce l'allocution suivante à legs récent fait à la Société par Mme Fontannes :

Messieurs,

a dernière séance, nous avons reçu de M. Ravier, notaire une lettre nous donnant communication du passage testament de Mme Fontannes, mère de notre regretté rançois Fontannes :

ue à la Société géologique de France une somme de mille francs pour que le revenu en soit affecté à des tiles aux progrès des sciences géologiques.

ire qu'en souvenir de mon fils ces missions portent le issions Fontannes et qu'un rapport sur chacune d'elles dans le Bulletin de la Société ».

s de la mort de son fils, Mme Fontannes avait montré tout u'elle portait à notre Société en cherchant à abréger les nécessaires pour notre entrée en possession du legs qu'il fait. Plus tard, quand le Conseil de la Société décida le buste de notre confrère, Mme Fontannes désira fournir nécessaires pour qu'il fût reproduit en bronze. C'était un nent à sa douleur que d'entretenir le souvenir de son fils s. Elle vient de faire plus : elle a donné à la Société le ssocier le nom de Fontannes aux travaux de toutes sortes rovoquer, à notre époque, l'étude de la géologie. En effet, us avez pu vous en rendre compte par l'extrait du testa- e viens de lire, la plus grande latitude est laissée à la

Société dans l'emploi du revenu de la somme léguée. Votre Cons décidera l'usage qu'il y aura lieu d'en faire. Je ne doute pas q s'inspirant de l'esprit libéral qui a dirigé la donatrice, il ne sa encourager tous les travailleurs et ne reste fidèle au rôle que no Société a toujours joué dans le développement des Sciences géo giques.

Bien que rien ne soit venu trahir la part qu'un des meille amis de Fontannes a pu prendre à la rédaction du legs qui nous fait par Mme Fontannes, il nous est permis cependant d'y reconnai son attachement à notre Société, son ardent désir de voir progres la science et en même temps son libéralisme. Que M. Mar Bertrand reçoive, lui aussi, nos remerciements.

Le Conseil de la Société a voulu que le nom de Mme Fontan restât parmi ceux que la reconnaissance nous fait un devoir conserver toujours en tête de la liste de nos membres. C'est la p mière fois qu'une personne étrangère à la Société nous fait un le aussi le Conseil a-t-il pensé qu'il y avait lieu d'ouvrir une liste Donateurs sur laquelle le nom de Mme Fontannes sera le prem inscrit.

M. J. Bergeron offre à la Société géologique, de la part M. **Zeiller,** un extrait de la Revue générale de Botanique. C'es revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le co des années 1893-1896. M. Zeiller a continué dans ce recueil revues qu'y faisait paraître le marquis de Saporta et celles q publiait lui-même dans l'*Annuaire géologique universel.* Il ne s' pas contenté de donner une simple analyse des travaux de ces d nières années ; il a exposé à plusieurs reprises ses observati personnelles sur des sujets traités par d'autres auteurs. C'est d une vraie revue critique qui présente le grand avantage de fa connaître, sur des œuvres importantes, l'opinion d'un de paléontologistes les plus compétents.

M. **G. Dollfus** entretient la Société du résultat de ses récen recherches *Sur le tuf quaternaire de Vernon.*

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR G. BERTHELIN

par M. G. DOLLFUS.

d nombre d'entre vous prendront certainement intérêt
s notes biographiques que j'ai eu l'occasion de réunir
regretté confrère, Jean-Georges Berthelin, dont nous
la perte récente et prématurée. Il était né à Troyes le
0. Son père était un avocat distingué et toute sa famille
honneur dans les annales de l'antique cité champenoise.
ducation littéraire soignée et prit ses deux baccalauréats;
oment où il allait poursuivre ses études, des événements
graves et douloureux l'obligèrent à entrer sans tarder
inistration des finances. Il vint à Paris et, majeur à peine,
re 1861, il se faisait présenter comme membre de la Société
, sous les auspices de Clément-Mullet et de Michelin.
it alors les assises crétacées de la Champagne, formait
collection locale, et, par des lectures variées, s'efforçait
les connaissances diverses qui devaient lui permettre
dre ultérieurement ses savantes publications. Ce n'est
grets qu'il passait sa vie à aligner des colonnes de chiffres
des bilans ; aussi c'est avec empressement qu'il saisit
qui lui fut offerte, en raison de ses relations de famille,
r comme secrétaire du Préfet de la Loire-Inférieure, sous
ce du maréchal Mac-Mahon. Il passa ensuite secrétaire-
Saône-et-Loire, mais les événements du 16 Mai le ren-
vie privée et à ses chères études.
il publie dans les Mémoires de la Société d'Emulation
n travail sur les Mollusques fossiles du Gault de Morteau
en 1875, avec Terquem, il entreprend la publication,
émoires de notre Société, de l'examen des fossiles micros-
principalement des Foraminifères, du Lias moyen des
e Nancy.
année, il revient sur la stratigraphie de l'Etage céno-
es environs de Bar-sur-Seine (*Soc. Acad. de l'Aube*) et
lui dédie le *G. Berthelinia*, fondé sur une petite coquille
ique très énigmatique qu'il avait découverte dans le
ossier de Courtagnon et dont les analogues vivants ont

été retrouvés tout récemment (*Journal de Conchyliologie*). Dès lo
la vie de Berthelin est tracée ; c'est à l'étude très spéciale des Fo
minifères, de ces petits organismes microscopiques si élégants et
variés, qu'il consacrera tous ses efforts et emploiera tous ses loisi

En 1878, il dresse une liste de Foraminifères vivants recueil
sur les plages de Bourganeuf et de Pornichet, dans la Loire-Inférieu
(*Soc. acad. de Nantes*, mémoire couronné).

En 1879, il publie une étude sur les Foraminifères du Lias moy
de la Vendée, avec planches dues à son crayon (*Revue et mag.
Zoologie*).

Un peu après, en 1880, il donne pour nos Mémoires son Etu
sur les Foraminifères fossiles de l'Albien de Moncley (Doubs), œuv
complète, qui montre l'étendue et la variété de ses connaissanc
Il apporte des arguments décisifs en faveur de la question de
communication du Bassin de Paris avec le Bassin de la Saône, p
le détroit de Dijon, pendant l'époque crétacée. Beaucoup d'espè
décrites sont nouvelles et sont citées aujourd'hui dans d'aut
terrains et d'autres localités.

Je relèverai rapidement la suite des travaux de Berthelin :

1881. Coup d'œil sur la faune rhizopodique du Calcaire gross
inférieur de la Marne (*Association française pour l'avancement
sciences*).

1883. Sur l'ouverture du *Placentula Partschiana*, avec discussi
contre Terquem sur l'anatomie et la nomenclature de cette espè
intéressante du Tertiaire supérieur. Discussion courtoise où
n'eut pas de peine à démontrer l'inanité des critiques qui lui étaie
adressées, mais qui eut pour conséquence regrettable de ralentir
production de notre confrère qui avait horreur de la lutte.

1885. Note sur le nouveau genre *Lapparentia* Berth., fondé sur
Bithinia irregularis Desh., dont l'organisation interne avait é
méconnue et provenant du Calcaire grossier des environs de Par
Cette communication lui fournit l'occasion d'indiquer la présen
de divers genres de Mollusques qui n'avaient pas été signalés ava
lui dans ce terrain : genres *Leiostraca*, *Stylifer*, *Discohelix* (*B. S. G. F*
T. XIII et T. XIV).

1886. Note sur de nouvelles espèces très petites de Mollusqu
tertiaires des environs de Paris, avec description du *Cylindrelli*
Helena.

Berthelin, qui fréquentait assidument nos séances, devint alo
trésorier de la Société géologique (1885-1886), puis membre d
Conseil. Chacun avait pu apprécier ses sentiments délicats, s

si aimable et si profonde, sa modestie qui lui faisait
s services qu'il nous rendait. Consulté par beaucoup,
récié par tous.

l, en 1893, il démontre que l'*Orbicula elliptica* d'Archiac
en des Ardennes n'est pas un Mollusque, mais un Fora-
ui peut servir de type à la création d'un genre nouveau,
mmina (*B. S. G. F. Comptes-Rendus* 1893).

vait déjà alors dirigé ses études sur une question un peu
sur les Mollusques fluviatiles et terrestres, tant vivants
s, accumulant les matériaux, recherchant les brochures,
un vaste travail qui nous aurait été d'une grande utilité,
pressé de publier, ne voulant donner qu'une œuvre
ncèrement étudiée dans ses détails.

1892 que la Société l'appelait à la vice-présidence, en
ance des services prolongés qu'il avait rendus à la science.
s tous loin de croire qu'il nous serait sitôt enlevé et
adie grave et imprévue allait l'arracher à sa famille, à
et à ses travaux.

a succombé chez sa mère, à Courtenot, le 27 août 1897,
ailleurs par une piété sincère et élevée qui, dans une
vent délicate et épineuse, l'avait gardé de toute faiblesse,
mpromission équivoque.

ouvé aussi dans la science pure ce haut refuge où l'homme
ut oublier les douleurs du passé comme les difficultés du

---

ory esquisse, dans ses traits principaux, la *Tectonique*
Dévoluy-Bauchaine-Céüze, comprise entre la terminaison
subalpin » et de la chaîne de Belledonne au nord, le bord
x à l'est, la région des « écailles » au sud-est, celle des
au sud-ouest et à l'ouest (Diois).

nique offre une assez grande complexité, résultant du
t, souvent même de la superposition partielle d'aires
s et synclinales d'âges divers, de brachyanticlinaux,
cuvettes antésénoniens ou plus rarement anténummuli-
plis et plis-failles postoligocènes. Ces derniers ont géné-
ne direction voisine du méridien, comme dans les chaînes
s au nord, de sorte que les mouvements récents ont
oupe septentrional des zones externes de nos Alpes cette
e son histoire antérieure, particulièrement pendant la
étacée, rattachait bien plutôt au Dauphiné méridional.

NOTE SUR LE GENRE *MEANDROPSINA* MUN.-CHALM., N.

par M. C. SCHLUMBERGER.

(PLANCHES VIII ET IX).

En 1894, notre confrère, M. Larrazet, rapportait à la Sorbon un certain nombre de fossiles discoïdaux qu'il avait découverts cours de ses recherches dans le terrain crétacé de Tobillas. Espagne. Dans la même année, M. Choffat, professeur de Géolo à Lisbonne, m'envoyait quelques individus du même organis provenant de Mira, en Portugal. Enfin, en 1896, M. Vidal, ingéni en chef des Mines à Barcelone, faisait parvenir à M. Douvillé u petite série de fossiles très analogues, récoltés dans le Sénonien Trago di Noguera, en Catalogne.

M. Munier-Chalmas a, dès l'abord, avec sa compétence bi connue, étudié les principaux caractères des Foraminifères déco verts par M. Larrazet et leur avait donné le nom de *Meandropsi Larrazeti*, mais ses nombreuses occupations ne lui ont pas perm d'en publier la description et les figures.

D'autre part j'ai pu, grâce à l'obligeance de mon ami Douvil étudier les exemplaires envoyés par M. Vidal. Ils semblent, quelques points, différer de ceux de Tobillas et constituer, sin une autre espèce, au moins une forme différente ; d'ailleurs l *Meandropsina* sont un type nouveau si intéressant par la dispositi et la complication de leurs loges, qu'il eût été dommage de laiss l'initiative de leur description à l'étranger. C'est avec l'assentime de mon collaborateur et ami Munier-Chalmas, auquel revenait droit la priorité, que je vais exposer à la Société le résultat de n recherches. Elles sont encore incomplètes ; faute d'un matéri suffisant pour sacrifier beaucoup d'exemplaires et faire des sectio plus nombreuses, plusieurs détails de l'organisme nous échappe encore et seront à élucider plus tard.

MEANDROPSINA Munier-Chalmas n. g.

Les *Meandropsina* ont un plasmostracum discoïdal, circulaire pl ou moins plan, analogue aux Orbitolites, mais formé de tro

s de loges. La couche médiane est composée de nombreuses
ralées qui partent d'une loge initiale sphérique et devien-
centriques et circulaires ; elles sont recouvertes en dessus
sous par une couche de loges vermiculées et méandri-
e têt est non perforé et la dernière loge présente de nom-
uvertures sur tout le pourtour du disque.

MEANDROPSINA VIDALI Schlumberger, n. sp.

examine une section mince, perpendiculaire au plan de
ne et menée par la loge initiale (Pl. IX, fig. 5 et 6), on
au milieu une microsphère ayant 21 μ de diamètre et
gnée de son canal (à droite dans la fig. 6), puis à l'opposé
ière loge dont les parois enveloppent la microsphère. Il
même pour la seconde loge qui se forme sur le canal, puis
quatre suivantes qui alternent de chaque côté. Il y a donc
ne des *Meandropsina Vidali* une formation lenticulaire
à une Nummulite, sauf l'absence de perforation du têt.
s et au-dessous de cette lentille se place une série de quatre
ges surbaissées, dont l'intérieur est rempli par un dépôt
ui, sous le microscope, a une apparence fibreuse. Ce dépôt
tre confondu avec la calcite qui, par suite de la fossilisa-
plit toutes les autres loges.
rnières loges pleines, de même que la cinquième et la
ont des prolongements latéraux à droite et à gauche dont
t se rendre compte qu'en examinant une section médiane
le reproduite par la fig. 4 de la planche IX. On voit alors
du corps lenticulaire se disposent en spirale (1) 28 à 30
étroites et très longues qui se contournent plus tard de
s manières et finissent par devenir concentriques et
s. (Je les désignerai par loges spiralées pour faciliter la
n).
ndropsina étant rarement planes, il est presque impossible
une section horizontale complète, et la fig. 4 ne reproduit
ible partie de la portion centrale ; cependant, à droite et à
n constate la tendance des loges spiralées à devenir concen-
On le voit encore mieux sur la fig. I, pl. VIII, qui est une
phie agrandie de l'organisme complet.

disposition en spirale fait que sur la section perpendiculaire les loges
coupées obliquement.

Toutes ces loges spiralées sont subdivisées en une infinité d petites loges par des cloisons placées sur la paroi convexe et q n'atteignent pas la paroi opposée ; elles communiquent donc tout entr'elles et de plus les parois principales sont percées de nor breuses ouvertures entre les cloisons divisionnaires, ce qui établ la communication d'une loge spiralée à l'autre. On peut reconnaît ces ouvertures à la loupe sur la photographie (fig. 4), mais ell sont mieux en évidence dans la fig. 3, pl. VIII, qui reproduit u section tangentielle et perpendiculaire. On voit au milieu de figure l'une des loges spiralées qui n'a pas été entamée par l'usu et qui montre ses nombreuses ouvertures que l'on remarque aus à droite et à gauche dans les cloisons voisines qui ont été coupé obliquement. Ces perforations, dans la dernière loge circulaire, sont autre chose que les ouvertures par lesquelles le protoplasm s'épanchait au dehors.

Au-dessus et au-dessous de la couche des loges spiralées se dév loppe un système très compliqué formé par des écheveaux de log étroites, contournées, vermiculées (fig. 1 à 3) ; ils sont enchevêtr les uns sur les autres de manière à produire à la surface du disq des saillies méandriformes. Toutes ces loges sont subdivisée comme les loges spiralées, par de nombreuses cloisons (fig. 3) do les saillies sont visibles à l'extérieur (fig. 1 et 2). Ce système loges ne s'étend pas jusqu'au bord du disque et n'occupe au cent qu'environ la moitié de la surface totale dans les plus petits comm dans les plus grands individus.

Le têt est imperforé. La cloison externe du pourtour est cribl d'un très grand nombre d'ouvertures.

Le plus grand individu de *Meandropsina Vidali* que nous poss dons a 17mm de diamètre pour une épaisseur de 1/2mm (1).

D'après les renseignements communiqués par M. Vidal, on re contre ce fossile dans l'étage sénonien de la Catalogne, à Trago Noguera.

Observations. — Dans la description qui précède il y a des lacune Plusieurs détails sont encore à élucider. Nous ne savons pas com ment les loges spiralées se rattachent à la formation lenticulai centrale, nous ignorons quels sont les rapports de construction d deux couches de loges méandriformes avec la couche de log médianes.

(1) C'est l'individu photographié (pl. VIII, fig. 1 et 2) ; il fait partie des colle tions de l'Ecole des Mines.

e savons pas si la forme décrite, que je dédie comme M. Vidal, n'est pas une forme microsphérique et la partie naire lenticulaire une conséquence du dimorphisme. C'est t les *Meandropsina Larrazeti* étudiés par M. Munier-Chalmas loge initiale simple beaucoup plus grande, enveloppée ement par les loges spiralées ; celles-ci ont proportionnel-ne plus grande épaisseur et des ouvertures beaucoup plus ses. Ainsi que je le disais en commençant, ce n'est qu'avec el plus abondant qu'on pourra résoudre ces problèmes.

EXPLICATION DES PLANCHES VIII ET IX

Planche VIII

Meandropsina Vidali Schlumberger. Individu complet au grossissement de 4 diam.

Le même. Portion de la surface au grossissement de 10 diam.

Le même. Section tangentielle au grossissement de 35 diam.

Planche IX

Meandropsina Vidali Schlumb. Section horizontale médiane au grossissement de 45 diam.

Meandropsina Vidali Schlumb. Section perpendiculaire par la loge initiale au grossissement de 40 diam.

La même au grossissement de 185 diam.

OBSERVATIONS SUR LA STRUCTURE DU MASSIF DE SAINT-JULIEN, PRÈS MARSEILLE (1)

par M. **A. BRESSON.**

Je désigne sous le nom de massif de St-Julien, à défaut d'appellation mieux appropriée, la large bande triasique qui pointe au milieu des terrains oligocènes du bassin de Marseille, entre les Acates, les Olives et Martelleine. La forme générale en est celle d'un plateau grossièrement ovalaire, faiblement et irrégulièrement raviné et, par suite d'une dénudation prolongée, dépourvu de relief important. Le pendage des couches, dirigé en général vers l'Huveaune, dans la moitié sud, se fait le plus souvent vers Allauch, dans la portion nord du massif, de manière à lui imprimer le caractère d'une voûte à double pente. C'est d'ailleurs sous cette forme qu'a été généralement conçue sa structure et, dans les coupes les plus récentes afférentes à la région, il figure à l'état de dôme.

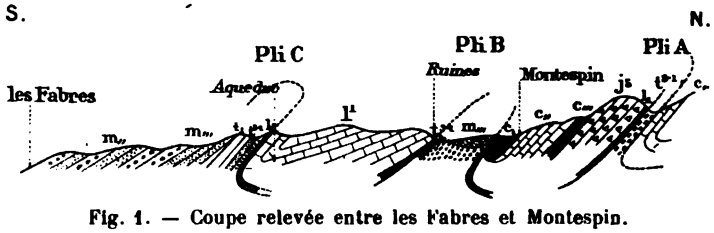


Fig. 1. — Coupe relevée entre les Fabres et Montespin.

t_1, Muschelkalk; t^{3-1}, Keuper; l_1, Infralias à *Avicula contorta*: l^1, Dolomies infraliasiques; J^5, Dolomies du Jurassique supérieur; $c_{,,,}$, Néocomien; $c_{,,}$ Barrémien; $c_{,}$, Aptien; $m_{,,,}$-$m_{,,}$, Oligocène; P^t, Tufs.

Toutefois, les coupes que j'ai pu relever dans le massif m'ayant amené à en concevoir la structure comme beaucoup plus compliquée, j'ai cru devoir donner une description plus détaillée de l'allure des couches et des plis qui les ont affectées.

Je commencerai par la coupe qu'on peut facilement relever entre

(1) Index bibliographique : M. Bertrand. Nouvelles études sur la chaîne de la Ste-Beaume. *B. S. G. F.*, XIII. — Ibid. Feuille de Marseille au 1/80.000e. — Ibid. Le Massif d'Allauch. *B. S. C. G.*, No 24, tome III, 1891. — E. Fournier. Etudes stratigraphiques sur le massif d'Allauch. *B. S. G. F.*, t. XXIII, p. 508, 1895.

es Fabres et Montespin, sur le parcours de la route d'Allauch à la 'alentine (1). On y voit les dolomies infraliasiques se recourbant u niveau de l'Aqueduc en un synclinal qui ramène vers le sud des ermes plus anciens, plongeant uniformément vers la vallée de 'Huveaune. Ce sont d'abord les marnes vertes de l'Infralias passant ous les calcaires en plaquettes riches en *Avicula contorta*, *Plicatula ntustriata*, *Ostrea*, surmontés eux-mêmes par les marnes rouges et argneules du Keuper. Ces dernières, bien visibles dans les champs gauche de la route, disparaissent à leur tour sous les calcaires et olomies du Muschelkalk qui forment ressaut et bordure de la ande délitable cultivée.

Il existe donc manifestement un pli renversé vers le nord, dont e flanc médian est très écrasé, tandis que le flanc supérieur est recouvert par le Tertiaire transgressif fortement plissé. Je désignerai ce pli par la lettre C.

De l'autre côté du massif de dolomies infraliasiques apparaissent, aux Ruines de Babaraud, les cargneules et marnes rouges du Keuper, séparées des dolomies par une surface de glissement correspondant à l'absence des marnes vertes et de la zone à *Av. contorta*. Le nouveau pli que forme là le Keuper (pli B), en partie masqué par l'Oligocène, confine au nord à celui d'Allauch (pli A), dont il n'est séparé que par la cuvette infracrétacique de Montespin. Le Trias, et peut être l'Infralias du pli B, chevauche sans doute sur l'Aptien du pli A à Montespin, comme il fait à Martelleine, à l'extrémité orientale du massif (2) (fig. 2).

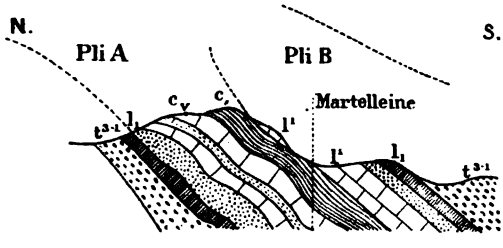


Fig. 2. — Coupe prise à Martelleine.

Le déversement vers le nord atteste l'uniformité dans le sens des poussées qui ont fait naître les trois plis A, B, C.

(1) La légende commune à toutes les figures du texte est donnée au-dessous de la fig. 1, page 340.

(2) Cette coupe a déjà été donnée par M. Fournier. Etudes stratigraphiques sur le massif d'Allauch. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII, p. 516.

Etudions d'abord l'allure du pli C, à partir de l'Aqueduc dans la direction des Romans (2), c'est-à-dire vers l'ouest.

On observe à la Giraude tous les représentants du flanc renversé, déjà signalés à l'Aqueduc. Ils plongent sous le Muschelkalk qui

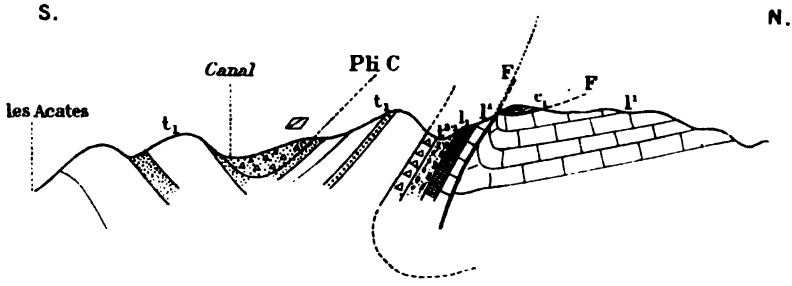


Fig. 3. — Coupe passant par les Acates et le Canal.

forme là une colline boisée. Les bancs pendent au sud, jusqu'à la carrière d'où l'on a extrait la brèche connue sous le nom de *Brèche des Acates*. De l'autre côté de cette brèche, le Muschelkalk reparaît avec un plongement inverse. Ses calcaires dolomitiques renferment des fragments de *Lima* et des *Encrines*; deux niveaux de marnes rouges lie de vin y sont subordonnés.

La brèche des Acates est donc pincée dans un synclinal formé de Muschelkalk, et comme en d'autres points elle est recouverte par les marnes du Keuper, son âge semble devoir être rapporté à la limite de ces deux étages.

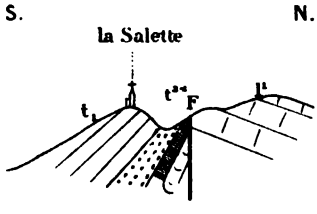


Fig. 4. — Coupe prise au col de La Salette.

Au col de la Salette (fig. 4), on ne trouve plus, au nord du Muschelkalk, sur les bancs duquel est construite l'église, qu'un mince liseré de marnes rouges cultivées, avec lambeaux de calcaires délitables et dolomies infraliasiques butant par faille contre le massif dolomitique. Rien ne porte à supposer à cette faille à partir de ce point et dans la direction de l'ouest, un pendage différent de la verticale. Son existence est facilement traduite dans la topographie par un petit abrupt regardant le sud et que borde le sillon occupé par les marnes irisées du flanc renversé du pli C.

(2) Le hameau des Romans et l'église de la Salette, qui en est voisine, sont simplement figurés par signes conventionnels sur la carte de l'Etat-Major.

Aux Romans (fig. 5) la série du flanc inférieur du pli C est complétée par la présence d'un lambeau aptien recouvert par les dolomies infraliasiques. Ce lambeau composé de calcaires marneux mouchetés de grains de glauconie, de calcaires siliceux, renferme, avec des rognons de silex, *Ostrea aquila*, *Plicatula radiola* et des Orbitolines. A la base, quelques lits de marnes noirâtres dépourvues de fossiles séparent ces calcaires des dolomies de l'Infralias, *sans intermédiaire des autres représentants des séries jurassique et infracrétacique.*

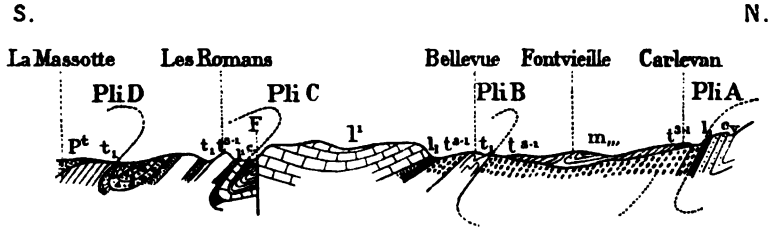


Fig. 5. — Coupe passant par La Massote, Les Romans et Fontvieille.

Sans insister longuement sur l'interprétation d'un phénomène, si souvent observé en Provence et dont le massif d'Allauch (1) fournit des exemples grandioses, il est bon de faire remarquer que la lacune qui existe aux Romans est uniquement imputable à l'intervention d'actions mécaniques, sans qu'on puisse invoquer pour son explication l'absence de sédimentation puisque les termes supprimés reparaissent à peu de distance avec leur faciès et leur épaisseur ordinaire. Sur l'emplacement du massif de St-Julien, une série de failles a donc supprimé les termes compris entre l'Infralias et l'Aptien ; la date de ce phénomène paraît bien correspondre à la surrection principale des plis d'Allauch et de la Ste-Beaume.

Au nord des Romans et de la cuvette formée par les dolomies infraliasiques, on retrouve à Bellevue les calcaires à *Av. contorta*, *Plic. intustriata*, *Modiola*, formant, par suite de leur pendage vers le sud, le rebord d'un anticlinal dessiné à Bellevue par les marnes du Keuper et un noyau de calcaires du Muschelkalk. Ce pli, légèrement déversé vers le nord, n'est que la prolongation à l'ouest de celui qui chevauche sur la cuvette de Montespin (pli B). Il se poursuit par Aquo de Botte et le château de Bras jusqu'aux Olives.

En suivant la faille des Romans, vers St-Julien, à partir des

(1) M. Bertrand. Le Massif d'Allauch. *B. S. C. G. F.* N° 24. Tome III, 1891.

Romans, on ne trouve plus entre ce dernier point et les grottes Monard que des lambeaux d'Infralias et de Keuper renversés au pied de la falaise que forment les dolomies infraliasiques et plongeant sous les calcaires dolomitiques du Muschelkalk riches en *Encrinus liliiformis* Sow., *Terebratula vulgaris* Schlot., *Lima striata*, *Myophoria* sp. ?

Les deux niveaux de marnes lie de vin subordonnés aux calcaires magnésiens, se traduisent dans la topographie régionale par deux dépressions dont profitent la branche du canal de Marseille à sa sortie du tunnel de la Marionne jusqu'au vallon, et la route de la Valentine aux Olives au carrefour des Trois Lucs. Au-dessus et au point où sur la carte est placée la syllabe finale de Servianne se montre la brèche des Acates, au sud de laquelle et avec un pendage inverse se présentent les niveaux marneux, les calcaires et les dolomies du Muschelkalk, déterminant au sud des précédentes une nouvelle ride (pli D, fig. 6 et 7). Quant à la cuvette infraliasique comprise entre les plis B et C, elle ne se poursuit pas à l'ouest au delà des grottes Monard. Le tracé en plan sur la carte géologique en affecte bien la forme d'un fuseau. La continuation n'en serait plus marquée dans la direction des Olives que par une dépression dans les calcaires et dolomies du Muschelkalk, autrement dit, les plis qui la bordaient au nord et au sud se sont rapprochés et s'atténuent sous forme de voûtes surbaissées jusqu'aux Olives où le Trias disparaît sous l'Oligocène du bassin de Marseille (fig. 6).

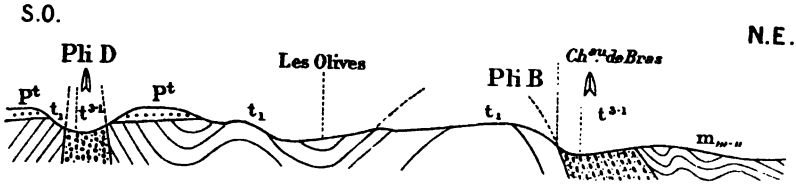


Fig. 6. — Coupe passant par Les Olives et le château de Bras.

En même temps que les plis s'atténuent, on constate des affaissements et des effondrements comme ceux des environs des Olives. Dans la dépression qui, entre St-Julien et les Olives, fait face aux Martegaux, les marnes et gypses exploités du Keuper y sont enclavés à l'emporte-pièce entre les bancs du Muschelkalk qui dessinent encore une voûte rompue (fig. 6).

La coupe relevée entre les Caillols et Aquo de Botte (fig. 7) montre l'Oligocène de la vallée de l'Huveaune fortement redressé à la

butte 94 et aux carrières de gypse des Caillols. Les calcaires en plaquettes de la base (Sannoisien) y renferment là, avec du gypse, des *Potamides* et des empreintes végétales. Ils sont relevés presqu'à la verticale. Après une première ondulation dans le Muschelkalk, traduite par l'apparition à deux reprises de la brèche, on atteint le pli C aux grottes Monard et la faille qui le borde au nord depuis les

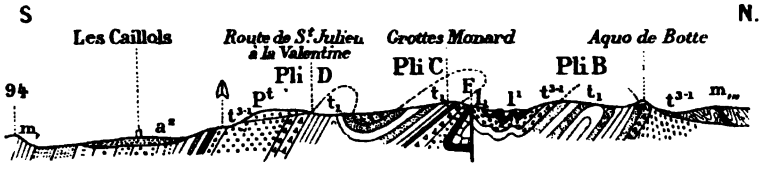


Fig. 7. — Coupe relevée entre Les Caillols et Aquo de Botte.

Romans. A partir de la faille et jusqu'à la villa Eglantine, on marche sur le Keuper qui est celui du substratum du massif dolomitique, puis sur des calcaires à *Av. contorta* et des dolomies visibles au bord de la route en face de la villa. L'Infralias présente là, sur quelques mètres, les inflexions les plus bizarres et les plus inusitées où l'on surprend néanmoins une tendance marquée au déversement vers le nord.

Le pli d'Aquo de Botte (pli B) qui vient ensuite est formé d'un noyau de Muschelkalk renfermant les fossiles ordinaires : *Encrinus liliiformis*, *Lima striata*, *Terebratula vulgaris*, au nord duquel apparaît à Aquo de Botte la brèche dont il a été question. La brèche plonge sous le Keuper, encore visible dans les premiers champs cultivés après la bifurcation de la route, et celui-ci, à son tour, disparaît sous l'Oligocène (calcaires en plaquettes), pour ne se montrer à nouveau qu'aux Chaillans, au pied du village d'Allauch.

Dans cet intervalle, aucun indice de l'existence d'un bassin qui serait la continuation de celui de Montespin, n'est révélé directement ou par le secours de la topographie, ce qui porte en effet à admettre l'effacement complet à l'ouest de Montespin de la cuvette qui entoure au sud le pli d'Allauch. Il en résulte que le pli B se réunit sous le Tertiaire des Chaillans au pli A ou pli d'Allauch et de ce fait, comme des précédents, on peut conclure que *dans la direction de l'ouest les plis du massif de Saint-Julien en diminuant d'amplitude permettent l'effacement des synclinaux correspondants.*

Conclusions

L'étude du massif de Saint-Julien nous a amené à concevoir l'existence de plusieurs plis couchés vers le nord et leur tendance à converger vers l'ouest, c'est-à-dire au point où s'effacent les synclinaux qui les séparaient à l'est. C'est donc comme une *aire anticlinale* qu'il doit être considéré et non comme un *dôme*. Cette aire anticlinale n'est qu'une réapparition locale au jour de l'ondulation transversale de la vallée de l'Huveaune qui, par Roquevaire, Saint-Zacharie, s'étend jusqu'à Barjols. Les phénomènes d'étirement et suppression de couches y existent comme dans les massifs plissés et suffiraient, en dehors d'autres caractères, pour en attester la structure plissée révélée, seulement en quelques points privilégiés, par l'allure des couches. Les suppressions qu'on y observe entre l'Infralias et l'Aptien seraient dues au déplacement de la charnière synclinale du pli d'Allauch et la dépression où coule l'Huveaune aurait son origine liée à ce phénomène.

Tandis que la date de la formation du pli d'Allauch est antérieure au dépôt des calcaires en plaquettes à *Nystia* (brèches et poudingues sur le bord du massif qui, aux Maurins, reposent horizontalement sur l'Infracrétacique plissé), les plis de la portion étudiée de l'ondulation transversale, esquissés à ce moment, ont rejoué à une époque plus récente en dérangeant l'assiette des dépôts tongriens et aquitaniens de la vallée de l'Huveaune (Les Caillols, Butte 94, Martelleine, etc.).

Il est regrettable que la configuration du bassin de Marseille pendant le Miocène n'ait pas permis l'existence de dépôts de cet âge dans la vallée de l'Huveaune où leur allure aurait sans doute trahi la similitude dans l'âge relatif des mouvements de l'ondulation transversale avec les mouvements alpins tout en les différenciant de ceux qui datent de la surrection principale des Corbières et des Pyrénées.

Séance du 16 Mai 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. **Arthur Leroy**, Docteur en droit, 65, rue Gay-Lussac, à Paris, présenté par MM. Pervinquière et Thévenin.

M. E. de Martonne, Vice-Secrétaire, signale parmi les dons récemment parvenus à la Société : un volume du *Maryland Geological Survey*, 4°, 539 p., 13 pl. (Baltimore, 1897) ; un volume du *Iowa Geological Survey*, vol. VI. Report on Lead and Zinc, Artesian Wells, etc., 4°, 487 p., 28 pl. (Des Moines, 1897), et un volume du *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 390 p., 20 pl. (New-York, 1897).

M. J. Blayac présente les ouvrages suivants : *Hautes Plaines et steppes de la Berbérie*, par M. **Augustin Bernard** (Extrait du *Bull. Soc. géogr. d'Oran*). — *Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, palethnologique et agronomique des départements du Tarn et du Tarn-et-Garonne*, par M. **Alfred Caraven-Cachin**, 1 vol. 8°, 700 p. Paris, Masson et Cie. — *Etude sur la constitution géologique de la Corse*, par M. **Nentien**. 1 vol. 4°, 224 p. (*Mém. Carte geol. de la France*).

Le Président fait part à la Société du décès de M. **Marcou**, membre de la Société depuis 1845.

M. **Albert Gaudry**, sur la demande du Président, retrace brièvement la vie de M. Marcou.

M. **L. Gentil**, sur la demande du Président, entretient la Société de ses récentes recherches géologiques *Sur les gisements gypseux de l'Ouest-Oranais*. Il se propose de faire une communication plus détaillée à la prochaine séance.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES MICRODIORITES DU BRIANÇONNAIS

par MM. **W. KILIAN** et **P. TERMIER.**

Les explorations nécessaires au levé de la feuille « Briançon », de la Carte géologique détaillée de la France, ont amené l'un de nous (M. Kilian) à parcourir la région située entre la frontière franco-italienne, au N.E. de Névache, et le Col du Galibier. Dans le cours de ces levés, dont une partie a été effectuée en compagnie de notre confrère M. Révil, plusieurs affleurements nouveaux de roches éruptives ont été découverts. Ces roches sont de même nature que celles du Chardonnet, décrites par E. de Beaumont et Ch. Lory, et que celles de Puy-Saint-André et de Sachas, dont plusieurs géologues ont parlé mais qui n'ont jamais été décrites. Ce sont des *microdiorites* (*dioritporphyrites* des pétrographes allemands, *porphyres dioritiques* d'E. de Beaumont et de Ch. Lory).

En attendant que nous ayons les matériaux d'une étude d'ensemble sur les *microdiorites* du Briançonnais, nous croyons devoir présenter dès aujourd'hui quelques renseignements nouveaux, d'abord sur les gisements du Chardonnet et sur la nature des roches éruptives qu'on y observe, puis sur les affleurements et roches similaires découverts par M. Kilian dans la haute vallée de la Clarée. Dans tout ce qui va suivre, les indications stratigraphiques sont de M. Kilian ; les indications pétrographiques de M. Termier.

I. — Chardonnet

Elie de Beaumont et Charles Lory (1) ont fait connaître très exactement les gisements de « roches feldspathiques » du col du Chardonnet, et le gîte de *graphite* qui les accompagne et que ces auteurs attribuent à une transformation de l'anthracite causée par l'influence de la roche éruptive.

(1) Elie de Beaumont. Sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet, département des Hautes-Alpes. *Ann. des Sc. naturelles*, 1re série, t. XV, 1828, p. 353. — Ch. Lory. Descr. géol. du Dauphiné, t. III, § 264, 1864.

L'intercalation de plusieurs nappes de « porphyre dioritique » (1) dans les grès houillers a été figurée et décrite par les deux savants sus-mentionnés, aux publications desquels nous renvoyons pour plus de détails. Elie de Beaumont a même signalé de petits filonnets se détachant de la masse principale et pénétrant dans les schistes houillers. Ch. Lory indique comme éléments de la roche éruptive : amphibole noire, grains de quartz vitreux, pyrites, pâte feldspathique « colorée en vert foncé par un mélange intime d'amphibole ou d'un autre silicate analogue ».

Estimant qu'il pouvait être utile de soumettre cette roche à l'analyse micrographique et aux méthodes actuelles d'examen pétrographique, l'un de nous a visité dernièrement ce gisement du Chardonnet et y a recueilli un certain nombre d'échantillons destinés à l'analyse. Il a reconnu l'exactitude parfaite des renseignements publiés par Ch. Lory. La roche éruptive se présente bien en bandes peu épaisses, intercalées à plusieurs reprises dans les grès et schistes houillers fossilifères ; on peut en distinguer un certain nombre d'affleurements dans la pente qui regarde le vallon de la Ponsonnière et que gravit en lacets le sentier du col du Chardonnet. Des recherches ultérieures plus détaillées nous permettront sans doute d'y signaler des particularités intéressantes ; nous pouvons dire cependant, dès à présent, que l'impression est nettement celle de *filons-couches*, aucune de ces intercalations n'offrant la régularité et la constance suffisantes pour suggérer l'idée de nappes d'épanchements contemporaines de la sédimentation.

Les roches du Chardonnet semblent, quand on les examine à l'œil nu, appartenir à deux types distincts. Dans un premier type, que nous appellerons A, de grands cristaux de hornblende, ayant souvent plus d'un centimètre de longueur, forment les seuls éléments discernables : ils sont entourés d'une pâte aphanitique de couleur noire ou vert foncé. Le second type, B, est caractérisé par une couleur plus claire, généralement vert grisâtre, par le développement moindre des cristaux de hornblende, et par l'abondance des cristaux de feldspath, blancs ou vert clair, visibles à l'œil nu. Le type A fait immédiatement songer à une porphyrite à hornblende ; le type B, à certaines microdiorites (Quenast), ou encore à certains diabases à grain fin.

En réalité, ces deux types, A et B, ne sont pas *essentiellement*

(1) Cette dénomination n'a été donnée à la roche du Chardonnet que postérieurement à la première description d'Elie de Beaumont.

différents. Ils se mélangent dans les mêmes affleurements ; ils passent l'un à l'autre par toute gradation ; ils montrent, au microscope, les mêmes minéraux présentant les formes et ayant suivi le même ordre de cristallisation ; enfin, ils ont, à de très petites différences près, la même composition chimique. Ce sont de simples variétés de structure.

Les cristaux du premier temps de consolidation « Einsprenglinge » sont de hornblende et de feldspath. La hornblende est toujours visible à l'œil nu ; le feldspath n'est discernable, sans le secours du microscope, que dans le type B. L'un et l'autre sont idiomorphes, avec des contours géométriques presque toujours parfaitement nets : la hornblende est (surtout dans le type A) très allongée suivant l'axe *c* ; le feldspath est tabulaire suivant g^1 (010) avec les faces *p* (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), *m* ($\bar{1}10$), *t* (110), et d'autres encore. Dans certains échantillons du type B, les cristaux de feldspath atteignent la dimension d'un centimètre ; ils sont alors plus grands que les cristaux de hornblende.

Le feldspath contient assez fréquemment de la hornblende. Dans un seul de nos échantillons (n° 287) (1), sans doute exceptionnel, la cristallisation de la hornblende s'est prolongée jusqu'après celle du feldspath, et il y a par là une tendance très accusée vers la structure ophitique.

La hornblende est souvent bien conservée. Quand elle est altérée, c'est la chlorite qui l'épigénise. Les feldspaths sont presque toujours méconnaissables, tant ils sont kaolinisés. Les sections feldspathiques montrent fréquemment, sur leurs bords, un mince liseré d'albite secondaire. Quand la destruction du feldspath originel n'est pas complète, le cœur des cristaux est formé de labrador.

Les interstices de ces cristaux du premier temps de consolidation sont remplis par une pâte qui est un feutrage de très petits cristaux allotriomorphes de feldspath, chlorite, épidote, zoïzite, calcite. Le feldspath de cette pâte semble être, au moins en grande partie, de l'anorthose : il contient de nombreuses plages pœcilitiques de quartz. Il est d'ailleurs plus ou moins kaolinisé. On voit aussi de l'albite secondaire qui n'a subi aucune altération. Outre le quartz originel, qui est en très petites plages pœcilitiques de forme irrégulière, il y a des *éponges*, plus ou moins volumineuses, de quartz secondaire. Ces éponges ont des bords dentelés, ou même chevelus : leur forme est arrondie. La chlorite est relativement peu abondante.

(1) Les numéros que nous indiquons sont ceux sous lesquels les échantillons sont conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble.

L'épidote, la zoïzite et la calcite sont en grains de très petites dimensions et simplement sporadiques.

Ces caractères de la pâte disparaissent dans les échantillons très altérés. On ne voit plus alors, entre les grands cristaux, qu'argile, chlorite, quartz secondaire en forme d'éponges, et çà et là quelques plages d'albite également secondaire. Même dans ces échantillons très altérés, les feldspaths du premier temps, bien que totalement kaolinisés, et la hornblende, bien qu'entièrement épigénisée par de la chlorite, ont gardé leurs contours.

La structure n'est jamais ni fluidale, ni même franchement microlitique. C'est une structure microgranitique, analogue à celle de la microdiorite de Quenast (1), ou encore à celle de l'Estérellite (2) (porphyre bleu de St-Raphaël).

Le nom de *porphyre dioritique*, appliqué par E. de Beaumont aux roches du Chardonnet, est donc tout à fait exact. Ces roches se rattachent indubitablement à des diorites et n'en diffèrent que par leur structure qui est une structure de roche hypo-abyssique. Nous préférons toutefois, au nom de porphyre dioritique (*dioritporphyrit* des Allemands) celui de *microdiorite*. La microdiorite est à la diorite ce qu'est au granite le microgranite (granitporphyr), ou ce qu'est, à la syénite, la microsyénite (syénitporphyr).

La métasomatose des microdiorites du Chardonnet est assez avancée. C'est une métasomatose par décalcification (3) qui a transformé les feldspaths calciques en kaolin et albite, et qui tend à remplacer la hornblende par de la chlorite.

Voici deux analyses :

	N° 268	N° 287	Moyenne des deux analyses
SiO^2	52,55	56,83	54,69
Al^2O^3	20,09	20,78	20,43
FeO	9,68	6,68	8,18
MgO	3,82	3,07	3,45
CaO	5,52	5,41	5,46
K^2O	1,70	1,40	1,55
Na^2O	3,26	3,28	3,27
H^2O et CO^2	3,49	2,64	3,06
Total	100,11	100,09	100,09

(1) De la Vallée-Poussin et Renard. *Acad. royale de Belgique*, XLVIII, 1879 n° 8, et mémoires couronnés, *id.*, XL.

(2) Michel-Lévy. Mémoire sur le porphyre bleu de l'Estérel. *Bull. des Services de la Carte géol. de la France*, n° 57, t. IX, 1897-98.

(3) Voir pour plus de détails Termier : Sur l'élimination de la chaux, par métasomatose, dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, 1898, p. 165.

Les deux échantillons proviennent du Chardonnet. 268 appartient au type A, d'aspect porphyritique ; 287 est du type B et ressemble à un diabase. On voit que ces différences d'aspect, bien que très grandes, ne correspondent à aucune différence essentielle de composition et qu'il s'agit bien d'une seule et même roche.

La moyenne des deux analyses correspond approximativement au mélange suivant : 25 °/o albite, 12 anorthite (1), 10 orthose, 15 kaolin, 8 chlorite, 1 calcite, 1 sphène, 2 épidote, 8 quartz, 15 hornblende noire, 3 magnétite. Ce mélange théorique concorde bien avec celui qu'on observe au microscope.

A l'origine, il devait y avoir dans la roche : de 65 à 70 °/o de feldspath, environ 25 °/o de hornblende, 3 °/o de magnétite et de 2 à 7 °/o de quartz. La proportion de biotite était sans doute négligeable.

L'incertitude de la restauration est tout entière dans la nature du feldspath. Mais cette incertitude n'est pas très grande, car on sait que les feldspaths de première consolidation contiennent encore du labrador. L'hypothèse la plus vraisemblable consiste à admettre que Al^2O^3 et K^2O ont peu varié, ce qui entraîne, pour la roche originelle, la composition suivante : 10 °/o orthose, 60 plagioclase (en moyenne à 40 An) (2), 25 hornblende, 3 magnétite, 2 quartz.

La colonne I du tableau ci-dessous renferme les teneurs élémentaires correspondant à la roche du Chardonnet ainsi restaurée. Si l'on compare ces teneurs à celles de la dernière colonne du tableau précédent (moyenne des deux analyses), on voit que la métasomatose a enlevé de la chaux et de la soude, et a apporté de l'eau et de l'acide carbonique. En réalité, il n'y a de certain que la perte de chaux et le gain d'eau et d'acide carbonique. A titre de comparaison, je transcris ici (colonnes II et III) les analyses de l'Estérellite basique des Cours, près St-Raphaël, et de la Microdiorite de Quenast, d'après les mémoires originaux de MM. Michel-Lévy, de la Vallée-Poussin et Renard.

	I Roche du Chardonnet restaurée	II Estérellite basique	III Microdiorite de Quenast
SiO^2	54,45	57,63	56,21
Al^2O^3	20,55	18,43	17,16
FeO	7,85	4,13	10,26
MgO	3,00	2,38	2,08
CaO	7,54	7,18	7,12
K^2O	1,85	1,30	1,48
Na^2O	4,14	3,92	4,02
Perte au feu	»	5,20	2,79
Total	99,38	100,17	101,12

(1) Cette anorthite, de même que l'orthose, est à l'état de mélange isomorphe avec l'albite.

(2) Grands cristaux de labrador à 50 An; oligoclase à 20 An, et albite mélangée à l'orthose, dans la pâte.

L'analyse pétrographique, faite avec toute la précision des méthodes actuelles, confirme donc de la façon la plus parfaite le diagnostic porté par E. de Beaumont et Charles Lory sur les roches éruptives du Chardonnet. Ces roches sont des microdiorites, c'est-à-dire des diorites hypo-abyssiques, en lits *intrusifs* dans les sédiments houillers. Elles présentent une très grande analogie de structure et de composition avec la microdiorite de Quenast et avec les types les plus basiques de l'Estérellite. Leur âge est inconnu.

II. — Vallée supérieure de la Clarée

Le cours supérieur de la Clarée est creusé, jusque dans le voisinage de Névache, dans les puissantes assises détritiques du terrain houiller qui constituent l'axe anticlinal de la zone du Briançonnais, de chaque côté duquel les plis sont couchés en sens inverse. Lorsqu'on examine avec soin les nombreux affleurements des grès et conglomérats siliceux du Houiller supérieur qui bordent le torrent entre les chalets de Laval et les chalets du Jadis, on ne tarde pas à reconnaître qu'ils sont accompagnés d'autres roches que leur allure plus massive et non stratifiée permettent de distinguer, malgré l'aspect uniforme que l'oxyde de fer a donné aux surfaces exposées aux intempéries et moutonnées par les phénomènes glaciaires de la période pleistocène.

Ces masses sont des *roches éruptives*, d'un vert assez clair, ainsi que permettent de le reconnaître aisément les cassures fraîches; elles forment deux affleurements allongés dans le sens de la direction des assises houillères voisines, c'est-à-dire *N.N.O.-S.S.E.* Le plus septentrional de ces pointements est situé en face des chalets de Roche-Noire; l'autre est plus rapproché des chalets du Jadis; ils sont coupés tous deux par la nouvelle route qui relie Névache au hameau de Laval et mesurent de 500 à 600^{m} de grand axe.

D'autres affleurements des mêmes roches vertes se rencontrent sur le flanc droit de la vallée à une certaine hauteur au-dessus des chalets de Queyrellin, sur le chemin du col du Chardonnet, avant d'atteindre les petits lacs situés entre les torrents du Raisin et la Roche du Queyrellin, vers l'altitude de 2.500 mètres. Ils sont plus étendus que les précédents et, comme eux, entourés de toutes parts par les grès houillers. Leur forme est moins allongée vers le N.O. et leur largeur est plus considérable. La roche est identique à celle des chalets du Jadis.

Plus loin encore et avant d'atteindre le col, un vallon latéral

s'ouvrant au nord, vers Casse Blanche, permet d'observer un filon de sidérose *de direction N.O.* qui fut autrefois exploité (au point dit « La Mine » sur la Carte de l'E. M. F.) ; ce filon contient, incrustés dans le fer carbonaté, des fragments de la même roche verte autour desquels les cristaux de sidérose forment de curieux étoilements (cocardes).

A l'est de ce filon, entre le lac de Casse Blanche et le col du Chardonnet, existe un nouveau massif de roches vertes assez considérable, d'une longueur de plus de 1500^{m} et d'une largeur variant de 50 à 600^{m} ; *son axe est, ici encore, dirigé N.N.O.*

C'est probablement de ce pointement que proviennent les débris éruptifs englobés par la sidérose lors du remplissage du filon métallifère voisin.

Les affleurements de cette roche ne se distinguent que très difficilement par leur aspect extérieur de ceux de certains gros bancs de grès et de conglomérats houillers.

Les constatations que l'on vient de lire, montrent que les microdiorites du Chardonnet ne sont pas isolées, mais que ces roches forment dans le bassin de la Clarée tout un groupe de filons éruptifs. Il est très probable que l'exploration détaillée de la large bande de grès houillers qui règne en amont de Névache, entre le col du Vallon et Névache, révèlera l'existence de nombreux affleurements analogues. Il est intéressant de rappeler que c'est dans la continuation vers le nord de cette même zone que se trouve aussi le pointement éruptif du Thabor (1), mais ce dernier est de nature orthophyrique et par conséquent différent des filons du Chardonnet et de la haute vallée de Névache.

Charles Lory ne connaissait pas les roches vertes de la vallée de Névache, ainsi que le montrent la carte géologique du Briançonnais et les coupes (Pl. IV) de la Description du Dauphiné, où ne se trouvent indiqués que les gisements situés sur le versant ouest du col du Chardonnet.

Toutefois MM. Küss (2) et Lachat ont signalé, en 1884, près de Névache, un gîte de « porphyre dioritique » sur la rive *gauche* du ruisseau, au-dessus du chalet de Queyrellin. D'après ces auteurs,

(1) W. Kilian. Notes de Géologie alpine. *Annales de l'Enseignement supérieur de Grenoble*, t. V, n° 2 (1893), p. 284. — Termier. *C. R. Ac. Sc.*, 24 avril 1893 et Monographie des Grandes-Rousses (1894), p. 50.

(2) *Bull. Soc. des Sc. natur. du Sud-Est*, 1884, p. 49-51 et *Bull. Soc d'Etudes des Hautes-Alpes*, t. IV, 1885, p. 456-459.

« la masse éruptive est venue au jour en s'intercalant entre les » plans de stratification des grès houillers, dans des conditions » identiques à celles observées sur l'autre versant de la montagne, » au col du Chardonnet. On y distingue deux masses principales : » la première a de 7 à 8^{m} d'épaisseur ; la deuxième, séparée de la » première par 5 ou 6^{m} de grès non altérés, est sensiblement plus » puissante et paraît atteindre 15 et même 20^{m} d'épaisseur ».

M. Kúss rapproche cette roche de celle des pointements du Chardonnet, de Prelles, de Puy-St-André (1) et d'un gisement découvert par lui au nord des chalets de Puy-du-Cros, près du Monestier de Briançon.

L'impression qui se dégage de l'examen des affleurements que nous venons de décrire, soit dans la vallée de la Clarée, soit au voisinage du vallon de Queyrellin, est qu'il s'agit là de *filons-couches*, le grand axe de ces affleurements étant constamment et nettement parallèle à la direction générale des assises sédimentaires dans cette région.

L'analyse pétrographique a donné les résultats suivants :

Echantillon n° 258, provenant des chalets de Laval. — Roche d'apparence grenue, verte, mouchetée de noir et de gris ; la teinte devient de plus en plus claire au fur et à mesure que l'altération augmente. Au microscope, on retrouve le type B des microdiorites du Chardonnet : grands cristaux de plagioclase et de hornblende ; pâte microgranitique d'anorthose, oligoclase et quartz, avec développement de quartz secondaire.

Echantillon n° 273, provenant du vallon de Queyrellin. — Roche d'un gris verdâtre, tachetée de noir et de vert foncé. Au microscope, on retrouve le type A du Chardonnet, mais l'altération est ici plus grande.

Echantillon n° 274, provenant du vallon de Queyrellin. — Roche d'un vert grisâtre, à taches foncées, avec quelques mouches de pyrite. Au microscope, on observe une microdiorite d'un type analogue au type B du Chardonnet, mais très altérée, avec une métasomatose un peu spéciale. La roche était sans doute plus riche en chaux que ses congénères. Les feldspaths renferment des grains de zoïzite : les mêmes silicates calciques se sont aussi développés dans la hornblende, côte à côte avec la chlorite.

(1) Etudiés depuis par M. Termier (*C. R. Collab. Carte géol. de France pour 1895*, p. 193).

Il est donc manifeste que les roches de la haute vallée de la Clarée et celles du vallon de Queyrellin sont identiques aux microdiorites du Chardonnet. L'un de nous a récemment décrit (1) la microdiorite de Sachas, près Prelles, au Sud de Briançon, laquelle ne diffère des roches du Chardonnet et de la Clarée que par une plus grande teneur en silice et se rapproche des types acides de l'Estérellite. Quant aux roches éruptives de Puy-Saint-André, dont l'étude n'est point terminée encore, elles ne semblent pas différentes de la microdiorite de Sachas.

C'est donc en de très nombreux points du Briançonnais que l'on voit apparaître, au milieu des sédiments houillers, des lits intrusifs de roches éruptives. L'âge de ces roches est encore inconnu, mais nous savons du moins quelle est leur nature. Toutes celles que nous connaissons actuellement sont des microdiorites : leur composition est remarquablement constante, sauf quant à la teneur en silice qui varie de 52 à 65 °/₀. La structure est partout la même, ou plutôt présente partout les mêmes variétés (type A et type B). Il y a entre ces roches et l'Estérellite (dont la teneur en silice varie de 57 à 64 °/₀) une analogie qui mérite d'être signalée.

(1) TERMIER. *Loco citato.*

NOTE SUR DIVERS TYPES PÉTROGRAPHIQUES ET SUR LE GISEMENT DE QUELQUES ROCHES ÉRUPTIVES DES ALPES FRANÇAISES

par MM. **W. KILIAN** et **P. TERMIER.**

La présente notice a pour objet de faire connaître un certain nombre de roches éruptives recueillies par l'un de nous (M. Kilian) et dont l'examen micrographique a été fait par l'autre (M. Termier).

Ces roches sont intéressantes à des points de vue très divers : les unes par leur type pétrographique curieux et non encore signalé dans notre région: d'autres, recueillies dans des graviers ou des conglomérats, parce que leur gisement *in situ* dans nos Alpes est encore inconnu ; d'autres encore, parce que leur présence en galets roulés dans certains dépôts sédimentaires soulève des problèmes qui méritent d'être nettement posés.

Voici l'énumération de ces roches :

I. — (Préparation N° 266) (1). **Echantillon du Plan-de-Phazy** (Hautes-Alpes).

Roche verdâtre, mouchetée de cristaux blancs et présentant des taches jaunâtres, ferrugineuses ; au microscope, on reconnaît un **Granite** laminé du type Granite du Pelvoux.

L'albite est entièrement détruite ; la cryptoperthite est fraîche, le mica est en partie chloritisé ; le quartz est recristallisé ; c'est, sans aucun doute possible, le type habituel des bords des massifs granitiques du Pelvoux.

Cette roche a été prise dans le centre d'un noyau anticlinal dirigé N.N.O.-S.S.E., coupé entre Mont-Dauphin et St-Clément (Hautes-Alpes) par la vallée de la Durance, et dont nous avons donné la coupe en 1895 (2) à Réotier et près du Plan-de-Phazy. Ch. Lory avait déjà signalé dans cette dernière localité, sous les quartzites du Trias, un gneiss porphyroïde à feldspath rose et mica vert

(1) Les numéros des préparations sont ceux sous lesquels elles sont conservées à la Faculté des Sciences de Grenoble.

(2) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII, p. 407.

terne (1), ressemblant à la protogine schisteuse du massif du Pelvoux.

Ayant recueilli sous les quartzites triasiques dans l'axe de ce pli une roche phylliteuse très analogue aux *Bésimaudites* de M. Zaccagna, nous l'avions considérée, avec M. Lachat, comme permienne. M. Termier a fait l'analyse de nos échantillons (2) et montré qu'ils se rapportaient à un *conglomérat porphyrique laminé*. Nous avions dès lors attribué au Permien les quelques assises phylliteuses et siliceuses qui forment au-dessous des quartzites du Trias le noyau de l'anticlinal du Plan-de-Phazy et que Ch. Lory avait désignées en bloc comme gneiss porphyroïde. Une nouvelle exploration, faite en septembre 1897, en compagnie de notre excellent ami M. Haug, nous a montré que le faisceau de roches laminées inférieures au Trias (t_{m} de notre coupe de 1895) et d'aspect fort homogène, contenait, outre quelques bancs de conglomérat porphyrique (bésimaudites) qui représentent très probablement le Permien, un *noyau granitique* très réduit. La surface occupée par l'affleurement granitique est, du reste, infiniment moindre que celle que Ch. Lory a attribuée aux Gneiss (Y) sur la carte géologique du Dauphiné.

La coupe de Réotier (3) qui donne la composition du même anticlinal sur la rive droite de la Durance ne montre pas trace de granite ; l'axe du pli y est formé par une roche éruptive laminée dont nous avons publié en 1895 la diagnose (4).

L'existence du granite au Plan-de-Phazy est due par conséquent à une surélévation locale de l'axe anticlinal Plan-de-Phazy-Réotier et mérite d'être remarquée, cet affleurement étant assez éloigné des parties granitiques du massif de Pelvoux et en étant séparé par une bande de gneiss et par des terrains sédimentaires. C'est une véritable *réapparition* du granite vers le S.E., non encore indiquée jusqu'à ce jour.

(1) Ch. Lory. Description géol. du Dauphiné, § 282 (p. 563).

(2) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII, p. 407 (1895).

(3) *B. S. G. F.*, loc. cit. p. 407.

(4) De nouveaux échantillons prélevés cette année et plus frais que ceux qui avaient servi à notre première étude ont donné les résultats suivants :

(Préparation N° 286). *Roche de Réotier*. — A l'œil nu, cette roche est compacte, d'un vert foncé ; au microscope, on reconnaît un *Mélaphyre décalcifié*.

La roche n'est ni écrasée, ni laminée ; elle est par conséquent plus facile à étudier que les échantillons examinés il y a deux ans.

Le feldspath est devenu de l'albite très chargée de chlorite. Chlorite aussi dans les interstices des feldspaths. Les minéraux, calciques et magnésiens ont entièrement disparu. Sphène, pyrite et quartz secondaires.

C'est la structure, très semblable à celle des Mélaphyres de la région, qui induit à penser qu'il s'agit bien d'un Mélaphyre.

L'absence en ce point du terrain houiller, très développé à quelques kilomètres de là, au N.E de l'église de Réotier, constitue également, ainsi que l'a déjà fait remarquer Ch. Lory, un fait très intéressant.

II. — Les dépôts de l'Eocène supérieur (Priabonien) de faciès nummulitique, sont représentés à l'est d'Allos (Basses-Alpes), sur le bord occidental du lac de ce nom, par des conglomérats à petites Nummulites qui supportent les Grès d'Annot. Parmi les éléments de ces conglomérats, on remarque une grande quantité de **Galets porphyriques**. Il en est de même un peu au N.O. de ce point, entre la cabane du Pichs et de Preynier.

L'analyse micrographique de ces galets a donné les résultats suivants :

(Préparations N°s 259 et 259 *bis*). — Galets provenant des conglomérats nummulitiques des environs d'Allos (cabane du Pichs). — A l'œil nu : aspect pétrosiliceux gris-bleuâtre, laissant apercevoir des sections de quartz. Au microscope : *Porphyre pétrosiliceux* (Felsophyre) : quartz, orthose, oligoclase-albite, mica noir, dans une pâte altérée et méconnaissable.

(Préparation N° 5). — Même provenance. — Felsophyre altéré, à structure fluidale. Cristaux nombreux de quartz bipyramidé (souvent corrodé), d'orthose et d'oligoclase-albite plus ou moins kaolinisés, de mica noir presqu'entièrement chloritisé. La pâte est devenue argileuse avec développement de quartz grenu. A l'origine elle était probablement microfelsitique.

(Préparations N°s 4, 4 *bis*). — Galets recueillis dans les conglomérats à Nummulites du lac d'Allos (côté ouest). A l'œil nu : aspect compact, d'un brun violacé. Au microscope : même nature que les échantillons ci-dessus. *Felsophyre* fluidal à pâte altérée, très chargé de grands cristaux. Ceux-ci sont de quartz, orthose, oligoclase-albite et mica noir.

La présence et la grande fréquence de ces galets porphyriques sont d'autant plus remarquables que :

a) Ils semblent localisés aux environs du lac d'Allos et qu'à l'O. aussi bien qu'à l'E. (d'après M. Léon Bertrand), ainsi qu'au N. et au S. de ce point, le Nummulitique ne renferme aucun galet de cette nature.

b) On ne connaît pas dans les alentours ni même dans la portion voisine du massif des Alpes-Maritimes, de filons porphyriques qui aient pu fournir de semblables galets. Ces faits semblent indiquer

qu'il s'agit d'un démantèlement, par les flots de la mer priabonienne, de pointements felsophyriques qui existeraient à peu de distance et seraient actuellement cachés par les puissants dépôts tertiaires qui s'étendent à l'Est, ainsi que l'a montré M. Léon Bertrand, en transgressivité sur un substratum plissé et érodé.

III. — Les dépôts détritiques des régions subalpines tels que : alluvions anciennes, conglomérats miocènes, formations glaciaires, nous ont fourni, à côté de nombreux débris alpins sans intérêt, quelques types curieux, soit par leur nature même, soit par leur provenance présumée. Ce sont :

a) Roche recueillie dans les conglomérats pontiques d'Aillaud, près Digne (Hautes-Alpes) (Préparation N° 6).

A l'œil nu : apparence de granulite ordinaire, jaunâtre, à grain fin, avec quelques parcelles de mica blanc. Au microscope : **Granite** (granulite ordinaire de M. Michel-Lévy). Deux micas, mais peu abondants. Microcline, oligoclase-albite à 10 °/₀ An. Pas d'orthose. Un peu de grenat. Grain fin, quasi aplitique.

Ce granite vient probablement du massif de Pelvoux ; sa présence dans les conglomérats miocènes, à éléments surtout calcaires, mérite d'être signalée, les galets calcaires n'étant que très rarement accompagnés, dans cette formation, de cailloux d'origine éruptive.

b) Galet du Conglomérat miocène de Voreppe (Préparation V). — A l'œil nu on distingue des cristaux roses sur un fond violacé. Au microscope, on reconnaît un **microgranite** : grands cristaux idiomorphes d'oligoclase-albite pris dans une association allotriomorphe, souvent micropegmatique, de quartz, d'orthose et de mica noir.

Ce microgranite pourrait provenir de la région du Pelvoux (bord d'un massif granitique) : nous n'avons cependant jamais rencontré jusqu'ici, dans le Pelvoux, de microgranite identique à celui-ci.

c) (Préparations N°s 37-38). — Galets du Miocène de la Monta et de Proveysieux (Isère). — **Granulite** (ou granite) à quartz idiomorphe et à biotite sans muscovite. A l'œil nu, on distingue, sur un fond feldspathique rose, des mouchetures verdâtres.

Origine inconnue.

Ces divers types sont intéressants à noter dans les conglomérats miocènes d'origine marine des environs de Grenoble, dont les

matériaux ont donné lieu à des discussions et étaient considérés par Ch. Lory comme *d'origine extra-alpine.*

M. Douxami (1) a rapproché ces galets exotiques de ceux que l'on rencontre dans le Flysch de certaines parties de la Suisse ; il les considère comme provenant des Alpes méridionales et va jusqu'à admettre l'existence de *glaciers miocènes* pour expliquer leur origine lointaine.

L'un de nous (2) a cependant constaté la présence, *dans les mêmes dépôts*, de galets nettement alpins (spilites, quartzites permiens, etc.) dans les environs de Pommiers (Isère).

d) Roche recueillie dans les alluvions pliocènes de Ratz (Isère). (Préparation N° 3). — Roche d'un rose clair, avec petites taches de quartz à éclat résinoïde. Au microscope : **Porphyre quartzifère** rouge, type normal des rhyolithes ou porphyres pétrosiliceux. Le verre de la pâte est devenu un mélange d'argile et de quartz. Cristaux anciens de quartz et d'orthose, ces derniers très altérés.

Provenance inconnue.

Ce caillou provient sans doute du remaniement, par les courants pliocènes, des conglomérats helvétiens (v. plus haut) dont il existe encore des lambeaux dans le voisinage ; comme le microgranite (*b*) il fait partie de cette série de roches, déjà remarquées par Lory et Pillet dans les poudingues helvétiens de notre région, et dont on ne connaît pas dans nos Alpes les représentants *en place.*

e) Roche provenant des alluvions anciennes entre Bresson et Pont-de-Claix (Isère). (Préparation N° 14). — **Mélaphyre** d'un gris violacé foncé avec veinules de calcite. Bon type de mélaphyre *non décalcifié*, grâce à la présence d'un excès de chaux dans les eaux d'infiltration. Olivine serpentinisé mais ayant gardé sa forme. Feldspath à 55 °/o An., n'ayant subi aucune altération.

Ce mélaphyre est probablement originaire du bassin du Drac.

f) Galet des alluvions anciennes de Villeneuve, près Uriage (Isère). (Préparation N° 36). — Roche d'un gris verdâtre à grands cristaux de feldspaths blancs et taches d'un vert plus foncé. Au microscope, on reconnaît un **Orthophyre amphibolique** à **quartz** (rare), orthose, oligoclase.

Ce type est inconnu dans les Grandes Rousses ; il est donc intéressant à signaler.

(1) H. Douxami. Etudes sur les Terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Paris, Masson, 1896, p. 242.

(2) Kilian in Douxami, *loc. cit.*

Les terrasses de Villeneuve proviennent vraisemblablement de la Romanche interglaciaire. Le gisement de cette roche serait donc à rechercher dans le bassin de cette rivière.

g) Parmi les cailloux que roule la Durance à Sisteron et dont nous avons fait connaître en 1895 les principaux types, d'après la curieuse collection réunie par M. Tardieu, nous avons découvert récemment les roches suivantes qui ne figuraient pas dans notre énumération de 1895 :

1. — (Préparation N° 1). **Andésite (porphyrite)** altérée, peut-être basalte (mélaphyre), à structure quasi ophitique ; le feldspath est de l'oligoclase-andésine. A l'œil nu : brun-violet foncé avec taches blanches (calcite).

Peut être originaire des environs de Remollon ou de Theus (Hautes-Alpes).

2. — **Gabbro** (euphotide) entièrement transformé par les actions secondaires. Feldspaths à peu près complètement détruits par saussuritisation (argile et zoïzite). Dans les interstices des feldspaths : serpentine fibreuse.

Paraît provenir du Queyras.

3. — Les alluvions anciennes (Haute terrasse) de Sarrebosc, près Sisteron, nous ont fourni une roche verte à taches foncées (Préparation N° 2).

L'examen microscopique a montré qu'il s'agit d'un **mandelstein** vert avec amandes d'un vert foncé. Les grosses amandes sont formées de chlorite écailleuse. Le reste est une roche éruptive à grain fin, un **diabase aphanitique décalcifié**, où l'on ne voit plus de pyroxène, mais bien de la chlorite, dans les interstices des tables feldspathiques. Çà et là, encore quelques mouches de calcite. Le feldspath est devenu de l'anorthose pour la plus grande partie ; peut-être y a-t-il aussi un peu d'oligoclase.

En résumé : diabase à grain fin, d'un type connu dans le Pelvoux, jadis scoriacé, aujourd'hui à l'état de *mandelstein* et fortement décalcifié suivant le mode décrit par M. Termier.

Provenance inconnue, peut-être le massif du Pelvoux.

g) Roche recueillie dans le glaciaire de Pontis (Basses-Alpes) (Préparation N° 30). A l'œil nu : roche verte à feldspath verdâtre et grands cristaux de diallage bronzé. Au microscope, on reconnaît un **Gabbro** semblable au type classique du Haut-Queyras ou de la Haute-Cerveyrette. Le feldspath est entièrement saussuritisé, c'est-à-dire transformé en un mélange de zoïzite, épidote, trémolite, albite, etc.

La présence de ce Gabbro indique que les puissants dépôts glaciaires de Pontis ne proviennent pas de l'ancien glacier de l'Ubaye, mais *ont été amenés par la vallée de la Durance.*

h) Roche recueillie dans le glaciaire de Poizat (Isère) (Préparation N° 9).

Diabase altéré. — Augite encore en grande partie intacte, mais partiellement épigénisée par de la chlorite et du mica noir, avec production de sphène au détriment des inclusions d'ilménite. Feldspaths injectés de chlorite et de sphène, ne montrant plus qu'un fond d'albite ou d'oligoclase-albite. Çà et là, séparation de quartz et d'albite secondaires, souvent en micropegmatite. La structure n'est plus guère reconnaissable. C'est encore un type de roche partiellement décalcifiée, mais ici il est à noter que la décalcification a marché plus vite dans les feldspaths que dans le pyroxène. Ce type de métasomatose n'était pas encore connu.

Cette roche, intéressante par sa métasomatose, est associée à des débris d'origine intra-alpine (quartzites, brèche nummulitique) dont quelques-uns sont nettement striés. Le dépôt qui la contient et qui est situé *en contre-bas* d'une terrasse ancienne dont les éléments proviennent de l'Oisans (ancienne Romanche) est vraisemblablement originaire de la Haute-Isère ou du bassin de l'Arc, ainsi que l'indiquent les blocs de quartzites werféniens, de brèches liasique et nummulitique qui l'accompagnent.

Le gisement de ce diabase serait à rechercher.

i) Glaciaire de la Pécatière, près Pommiers (Isère). **Diorite orbiculaire.** — A l'œil nu, on distingue un fond d'un noir verdâtre sur lequel se détache une série d'orbicules blanchâtres piquetées de noir. Au microscope : roche grenue, à grain très fin, renfermant apatite, sphène, hornblende extrêmement abondante, feldspath acide trop altéré pour être déterminable, enfin quartz. Ce dernier élément est en petite quantité. Le feldspath se concentre en agrégats grossièrement sphériques, dans l'intérieur desquels il n'y a que quelques grains de hornblende. Les interstices de ces orbicules sont formés d'une mosaïque allotriomorphe de hornblende et de quartz. *Ce type de diorite orbiculaire est fort curieux.* Il diffère beaucoup du type classique de Corse. La finesse du grain semble indiquer un gisement hypo-abyssique.

La roche en question est inconnue jusqu'ici dans les Alpes françaises; le fragment analysé en provient cependant incontestablement.

j) Roche du glaciaire de Ratz (Isère). (Préparation N° 15). — Roche très transformée par l'action secondaire. A l'œil nu : apparence compacte, d'un vert clair. Au microscope : les grands cristaux, formés d'une actinote presque incolore à mâcles répétées, épigénisent (ouralite) du pyroxène, dont il reste encore quelques fragments. Il y a aussi de grands cristaux de feldspath qui sont actuellement de l'albite pure. La pâte est un agrégat allotriomorphe d'albite non mâclée et de quartz (ce dernier peu abondant). C'est probablement un **lamprophyre basique** (*porphyrite à augite*) à peu près complètement décalcifié ; il y a toutefois une certaine quantité de sphène secondaire.

Provenance probable : région du Pelvoux.

La petite étude qu'on vient de lire, nous a fourni un certain nombre de faits nouveaux que l'on peut résumer comme suit :

1° Réapparition du granite au Plan-de-Phazy, au S.E. du massif du Pelvoux.

2° Accumulation locale de galets felsophyriques dans les conglomérats priaboniens à Nummulites de la région d'Allos, indiquant l'existence probable de filons porphyriques sous les dépôts tertiaires du bassin du Haut-Var.

3° Existence de galets d'un microgranite et d'un porphyre quartzifère *inconnus dans les Alpes françaises*, parmi les éléments des conglomérats miocènes marins des environs de Voreppe (Isère).

4° Découverte d'un certain nombre de types éruptifs non encore signalés *in situ* (orthophyre amphibolique, mandelstein, diorite orbiculaire, etc.) dans les dépôts quaternaires *alpins* de diverses localités. La présence de ces roches permettra de préciser, lorsque leurs affleurements seront connus, le parcours qu'ont suivi les courants fluvioglaciaires dans certaines régions de nos Alpes.

NOTE
SUR LA STRUCTURE DE LA CHAINE NIVOLLET-REVARD

par MM. **J. RÉVIL** et **J. VIVIEN.**

I. — Historique

La pittoresque et large vallée qui court de Chambéry à Aix-les-Bains est limitée à l'est par la chaîne du Nivollet-Revard. Cette chaîne s'élève en abrupt et ne présente vers l'ouest que des escarpements étagés les uns au-dessus des autres, ne laissant que de rares passages permettant d'en faire l'ascension. Elle forme le premier contrefort du massif des Bauges et les terrains qui la constituent offrent les plus grandes affinités avec ceux de cette région.

Fréquemment étudiée par les géologues, elle a donné lieu à de nombreux travaux dont les plus importants sont dus à MM. Pillet et Hollande. L'énumération des divers mémoires où il est question du Nivollet nous entraînerait trop loin ; nous ne présenterons ici qu'une analyse sommaire des recherches de ces deux auteurs.

Pillet (1) considérait la montagne du Semnoz comme se dédoublant près du défilé de Banges et se continuant par le Margérias. Le Nivollet n'aurait été que le bord antérieur, le crêt le plus élevé de cette arête. Porté à une altitude démesurée, le bord aurait glissé et serait retombé au pied du Margérias.

Une reproduction en miniature de cette fracture se retrouverait, d'après lui, à Verel, près Chambéry. Un roc saillant se serait avancé vers Pragondran jusqu'au-dessus du château de Montagny. La base aurait glissé jusqu'au niveau de St-Saturnin.

M. Hollande a publié un certain nombre de notes (2) sur cette partie du massif subalpin. Nous ne parlerons que de la dernière

(1) Pillet. Description géologique des environs de Chambéry (*Mém. Acad. de Savoie*, 2e série, t. VIII, p. 50). — Id. Orographie et géologie de la chaîne du Nivollet (*Annales du Club alpin français*, t. III, p. 159).

(2) D. Hollande. Lémenc et le Nivollet au Nord de Chambéry (*B. S. G. F.*, 3e série, t. VII, p. 678). — Id. Étude sur les dislocations calcaires de la Savoie (*Bull. Soc. Hist. nat. de Savoie*. — Id. Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 29, 1892).

qui exprime ses idées actuelles et qui traite du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry. L'auteur figure une coupe allant de Sonnaz à la croix du Nivollet. Les terrains s'y succèdent normalement en inclinant à l'est et n'y présentent comme particularité qu'une faille verticale qui ramène deux fois les marnes à ciment à l'est du Tilleret et dans les prés de Montbasin. Au-dessus de ces marnes passe le Valanginien, représenté à la falaise de Razeray par des calcaires grossiers à Brachiopodes. Sur ceux-ci viennent des marno-calcaires ocreux, des calcaires à pâte siliceuse, enfin l'Hauterivien et l'Urgonien.

La structure de la chaîne est en réalité plus complexe. Les diverses coupes que nous avons relevées nous permettent d'interpréter la tectonique du massif d'une façon toute autre et plus en harmonie avec les dislocations alpines si bien étudiées aujourd'hui par de nombreux savants.

II. — Description physique

La chaîne que nous allons décrire est la continuation du Semnoz dont elle est séparée par la cluse de Banges où coule le Chéran. Elle porte, au sud de cette rivière, les noms successifs de montagne de Banges, d'Arith, de mont de la Cluse, de Grand-Revard, de Nivollet et de Pennay. Elle se poursuit au sud de Chambéry par le mont Joigny dont les assises s'enfoncent sous celles du mont Granier, montagne qui fait partie du massif de la Chartreuse.

Les points culminants de la chaîne sont le mont d'Arith (1338^{m}), le Grand-Revard (1468^{m}) et la dent du Nivollet (1558^{m}). Les principaux passages qui en permettent l'accès sont : le col de la cluse, le chemin de fer à crémaillère du Revard, les passages du Croz et de la Cheminée, le col de la Doria, enfin la grande route de St-Jean-d'Arvey au Désert. Cette dernière permet de faire sans fatigue l'ascension du Nivollet et d'atteindre en se promenant les divers sommets que nous venons d'énumérer.

III. — Tectonique

Le Semnoz, ainsi que l'ont établi les travaux de Maillard (1), est un anticlinal légèrement déjeté à l'ouest. La montagne de Banges,

(1) MAILLARD. Eléments de géologie appliqués au département de la Haute-Savoie. — ID. Note sur la géologie des environs d'Annecy, Bonneville, etc. (*Bull. des Serv. de la Carte géol. de France*, n° 6, novembre 1889).

qui en est le prolongement, se présente dans les mêmes conditions jusqu'à la combe des Favrins. Toutefois, l'Urgonien qui, au Semnoz, est entamé par l'érosion et laisse affleurer l'Hauterivien au point le plus élevé de la chaîne (crêt de Chatillon, 1704), n'est plus érodé près des Chavonnes et on aperçoit, en longeant la montagne à l'est de St-Offenge, les couches urgoniennes qui inclinent franchement à l'ouest en formant le flanc ouest de la voûte.

Près des Favrins, où le Sierroz prend sa source, l'anticlinal est de nouveau érodé. La rivière a creusé son lit dans des assises appartenant au Jurassique supérieur (Tithonique). De plus, on peut voir, sur la rive droite, les couches valangiennes qui ont conservé leur charnière, surmontées par les marnes de l'Hauterivien et les calcaires compacts de l'Urgonien.

A partir des Favrins, l'arête qui domine la vallée d'Aix est formée par le Valanginien; les assises hauteriviennes et urgoniennes se continuent plus à l'est et en arrière de celles-ci, formant le flanc oriental de l'anticlinal. Quant à l'Urgonien de l'autre versant, on le retrouve près de Pré-Jappert, disposé en couches verticales.

Afin de rendre plus compréhensibles les allures des couches en ce point, nous indiquerons la succession des assises que traverse le chemin de fer à crémaillère qui monte d'Aix au sommet du Grand-Revard.

La première tranchée que l'on rencontre après avoir quitté la station de départ est creusée, au quartier St-Paul, dans les calcaires blancs de l'Urgonien qui, en ce point, sont horizontaux et forment la charnière d'un anticlinal qui est parallèle à celui qui fait l'objet de cette étude. Un revêtement de glaciaire recouvre tout le plateau de Mouxy que l'on atteint ensuite, et l'on ne voit affleurer d'autres assises sédimentaires que dans la tranchée située entre la gare de Mouxy et celle de Pugny-Chatenod. On y rencontre de la mollasse d'eau douce (*Aquitanien*) qui se présente à inclinaison est. Elle consiste en grès tendres, alternant avec des calcaires blancs grisâtres mêlés de marnes verdâtres. Nous y avons trouvé quelques exemplaires de l'*Helix Ramondi* Brong. et des fragments de végétaux. En ce point, le glaciaire ravine les couches de l'Aquitanien.

En continuant de remonter la voie, on rencontre les bancs de la mollasse marine (*Burdigalien*) qui inclinent à l'est d'environ 15°. Ce sont des assises sableuses de teinte verte. On les observe près de la station de Pugny. Lorsqu'on a dépassé celle-ci, on entre dans une zone d'éboulis très développés jusqu'à Pré-Jappert et au milieu desquels on voit affleurer, en de rares points, des sables mollassiques (*Helvétien*).

Le tunnel que l'on traverse en aval de la gare de Pré-Jappert est, comme nous l'avons dit, dans l'Urgonien. Les bancs qui appartiennent à cette formation sont verticaux et même légèrement renversés, plongeant vers la montagne. Près de la gare affleurent les calcaires jaunes de l'Hauterivien à *Toxaster*. Viennent ensuite des calcaires à silex, des calcaires marneux et enfin le Valanginien qui est coralligène par places. Ce dernier forme en ce point la charnière de la voûte et se montre près de l'arête.

La dernière tranchée est entièrement creusée dans cette formation sur laquelle passent à nouveau les marnes de l'Hauterivien. Ces dernières sont très fossilifères près des chalets et forment toute cette partie du plateau, tandis que l'Urgonien ne se montre que plus à l'est.

Cette ascension permet d'étudier rapidement l'anticlinal urgonien de la Roche-du-Roy, sur lequel est construit une partie de la ville d'Aix, le synclinal mollassique de Pugny et l'anticlinal du Revard, ici simplement érodé et que nous allons voir se compliquer à partir de Menthenx.

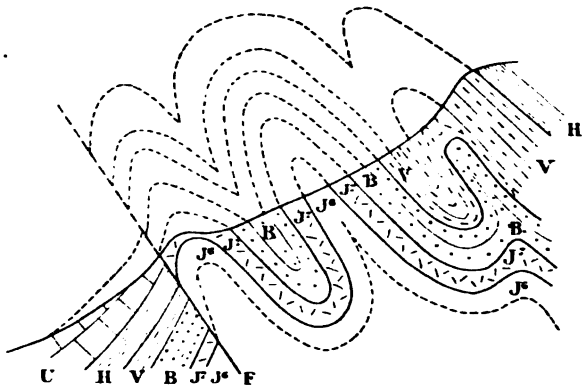


Fig. 1. — Coupe du col de Pertuiset.

U, Urgonien; H, Hauterivien; V, Valangien; B. Berrias; J^7, Tithonique; J^6, Kimeridgien; F, ligne de contact anormal.

En effet, les bancs urgoniens du flanc occidental dont l'allure générale est à inclinaison ouest, arrivent directement en contact avec les couches du Jurassique qui plongent à l'est; quelques mètres plus au nord on trouve, avec la même allure, l'Hauterivien, caractérisé par de nombreux exemplaires du *Toxaster complanatus* Ag. (=*Echinospatagus cordiformis* Breyn.=*Toxaster retusus* Lamk.);

enfin, plus loin encore, c'est le Valanginien qui arrive au contact du Tithonique. En ce lieu le Jurassique est couché sur la série néocomienne fortement étirée qui plonge en sens inverse et en est séparée par un pli-faille.

En continuant la coupe et en remontant le col du Pertuiset, on rencontre le Jurassique supérieur auquel succèdent les couches de Berrias surmontées elles-mêmes par des assises appartenant de nouveau au Jurassique. On retrouve ensuite du Berrias. On a donc ici une série de plis secondaires à noyaux alternativement jurassiques et berriasiens que surmontent ensuite du Valanginien, de l'Hauterivien, et de l'Urgonien en succession normale.

Si l'on se dirige vers le passage du Croz, on ne retrouve plus ces plis secondaires qui ont disparu, enlevés par l'érosion. On les voit se développer d'une façon plus complète au Sud de Pragondran où l'on peut relever la succession suivante d'anticlinaux et de synclinaux superposés les uns aux autres :

1° L'anticlinal jurassique de Lémenc constitué par du Séquanien (zone à *Oppelia tenuilobata*), du Kimeridgien (calcaires à *Phylloceras Loryi*) (1) et du Tithonique (Portlandien) (zone à *Perisphinctes Geron*) (2).

2° Le synclinal berriasien de Verel (marno-calcaires bleuâtres à *Hoplites Boissieri*).

3° L'anticlinal jurassique du Razeray formé seulement par le Kimeridgien et le Tithonique.

4° Le synclinal valanginien du Villaret constitué par du Berriasien et du Valanginien inférieur (calcaires grossiers à Brachiopodes).

5° L'anticlinal berriasien de Monterminod. — Nous avons recueilli à ce niveau et dans la falaise qui domine Razeray, au-dessus des calcaires valanginiens, des exemplaires assez bien conservés de l'*Hoplites callistoides* Behrendsen et de *Hoplites* cf. *curelensis* Kilian (3), espèces caractéristiques du Berriasien (Ces fossiles ont été déterminés par notre savant confrère et ami, M. Kilian).

La coupe se termine par des assises en succession normale appar-

(1) D'après les dernières synthèses de M. Haug (*C. R. Soc. géol.*, avril 1898), une partie de ces calcaires, celle qui correspond à la zone à *Opp. lithogr.*, devrait être rattachée au Portlandien.

(2) Voir pour l'étude détaillée de ces assises les divers travaux de nos confrères Pillet et Hollande et une note publiée par l'un de nous (M. Révil) sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des environs de Chambéry (*Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1re série, t. VI, p. 28).

(3) Kilian. Montagne de Lure, p. 418, pl. II.

tenant à la série néocomienne. C'est ensuite au-dessus de l'Urgonien que reposent les assises tertiaires du plateau des Déserts.

On peut remarquer que les marnes hauteriviennes ont pris ici un très grand développement ; en outre, on observe que la barre valanginienne formant le noyau du synclinal du Villaret se continue à flanc de montagne sur une certaine longueur et s'éteint en se coinçant non loin du col du Pertuiset.

En continuant au sud l'étude des plis du Nivollet, nous voyons que leurs axes s'abaissent en s'approchant de la cluse Chambéry-Montmélian.

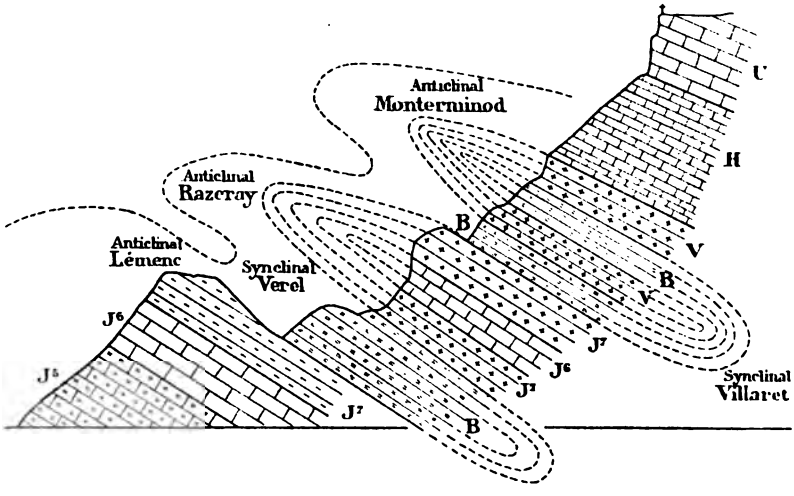


Fig. 2. — Coupe du Nivollet.

J^5, Séquanien ; J^6, Kimeridgien ; J^7, Tithonique : B, Berrias ; V, Valanginien ; H, Hauterivien ; U, Urgonien.

L'anticlinal de Monterminod se continue par la gorge du Bout-du-Monde, où les bancs horizontaux se relèvent contre le mont St-Michel. Le synclinal du Villaret s'enfonce à proximité de ce village : sa lèvre est réapparaît à la colline de la Trousse et se continue par St-Baldoph, Apremont et les flancs du Granier. L'anticlinal jurassique du Razeray passe sous la vallée pour se relever à Buisson Rond, aux rochers du Tir et se terminer au-dessous de la Coche où la voûte se dessine très nettement. Le synclinal berriasien de Verel passe aussi au-dessous de la vallée, se resserre dans le vallon des Charmettes et s'annule par la jonction des deux anticlinaux qui la délimitent. Quant à l'anticlinal de Lémenc, il s'abaisse

à Nezin et vient passer au-dessous de Pierre-Grosse après s'être réuni à l'anticlinal précédent. Son axe s'abaisse, mais il se continue plus au sud, car on voit affleurer les bancs jurassiques près du moulin, localité où la rivière a creusé son lit dans des bancs appartenant à cette formation.

A l'ouest des plis précédents se développent ceux du plateau de Montagnole, qui s'enfoncent au nord sous la vallée de Chambéry et se continuent au sud jusqu'au mont Pélaz, où plusieurs d'entre eux s'empilent en se relevant contre l'Aquitanien du col du Mollard.

Les plis que nous venons de décrire sont limités à l'ouest par l'anticlinal urgonien du Corbelet-Hauterans qui se continue au nord de Chambéry par Voglans, la Roche-du-Roy et Grésy-sur-Aix. Quant à la Chambotte, c'est un anticlinal jurassien situé plus à l'ouest et qui *se termine* au village des Fins. Les plis du massif de la Chartreuse *relayent donc ceux du Jura, mais n'en sont pas la continuation directe.*

Il résulte de cette étude que l'anticlinal simple du Semnoz est rompu en faille au col du Pertuiset et se modifie à partir de ce point par l'adjonction de nombreux plis secondaires. Ceux-ci se multiplient au Nivollet en se couchant vers l'ouest et quelques-uns d'entre eux s'empilent plus au sud pour former le mont Pélaz.

Ces modifications dans l'intensité des phénomènes de plissement sur l'axe d'une même ligne de dislocation paraissent devoir être attribuées au voisinage d'un axe cristallin. La chaîne qui fait l'objet de cette étude est limitée à l'ouest, comme nous l'avons dit, par des plis jurassiens (Chambotte, Mont-du-Chat).

Resserré près d'Aix et de Chambéry, entre ceux-ci et les massifs centraux de la zone de Belledone, l'anticlinal s'est d'abord cassé pour se déverser ensuite en se couchant vers l'ouest, puis s'accidenter de plis secondaires et finir par un *empilement*, lorsque l'espace dont disposaient les couches n'a plus été suffisant pour leur permettre de se plisser d'une façon régulière.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES POINTS DE LA GÉOLOGIE DU CAUCASE ET DE LA BASSE-PROVENCE

par M. **E. FOURNIER.**

Dans une récente note, M. Marcel Bertrand examine et discute quelques coupes données par moi dans le Caucase et en Provence. En ce qui concerne le Caucase, j'ai déjà répondu ici aux critiques de M. Marcel Bertrand ; mais aujourd'hui que la coupe de M. Marcel Bertrand est publiée, je demanderai encore à ajouter quelques mots : J'ai passé une journée entière à relever cette coupe sur le terrain ; M. Marcel Bertrand l'a sans doute relevée beaucoup plus rapidement, ce qui explique pourquoi elle est incomplète ; j'avoue que pour ce qui est de la moitié septentrionale de cette coupe je ne reconnais en rien ce que j'ai vu sur le terrain. La partie méridionale au contraire concorde assez bien avec ce que j'ai observé moi-même, mais, pour cette partie méridionale, y a-t-il dans la coupe de M. Bertrand quelque indice qui permette de justifier l'interprétation des calcaires compacts *b* comme anticlinaux ? Assurément non, et l'intéressante découverte d'Eocène avec *Nummulites* un peu au sud d'Ananaour, vient au contraire démontrer que les calcaires *b* situés dans le village sont bien en anticlinal couché, puisqu'ils appartiennent à l'Eocène inférieur, tandis que l'Eocène à *Nummulites* appartient dans tout le Caucase à l'Eocène moyen (1).

M. Bertrand précise ensuite le point où a été trouvée l'Ammonite : il serait intéressant de savoir si l'échantillon a été recueilli en place ; je serais heureux, si cela est possible, que M. Marcel Bertrand veuille bien me le communiquer. Si l'Ammonite en question est bien en place, je suis tout disposé à reconnaître une omission de ma part ; il n'y aurait rien d'extraordinaire à ce qu'en un point de l'aire synclinale comprise entre Ananaour et Passanaour, il existât un petit anticlinal crétacé qui m'ait échappé.

Je ferai en outre remarquer que l'attribution de la série à l'Eocène inférieur n'est pas seulement basée sur sa position dans

(1) La présence d'Eocène moyen en ce point n'a rien d'imprévu puisque sur ma coupe j'indiquais le contact entre l'Eocène inférieur et l'Eocène supérieur.

les synclinaux du lac Ertso, mais aussi par sa position *dans la série normale* de Varvarine où il surmonte du Crétacé fossilifère. Voir p. 171, ligne 13 et coupe XXXI de ma thèse. Or, les couches du Crétacé de Varvarine contiennent le *Nautilus danicus* et des *Coraster*; si les terrains où a été recueillie l'Ammonite sont, comme le dit M. M. Bertrand « tout semblables à ceux du reste de la bande », le fait est très intéressant à noter.

Je ne m'arrêterai pas ici à discuter les appréciations de M. Marcel Bertrand sur le mode d'exposition que j'ai adopté dans mes travaux; je crois avoir toujours traité la question bibliographique d'une manière très complète. Si, dans le courant d'un travail, il m'arrive de ne pas m'étendre sur l'analyse d'un travail antérieur, c'est que j'estime que dans l'étude d'une région il y a quelque chose de mieux à faire qu'un travail bibliographique, et qu'après avoir fait la part des travaux antérieurs, on est en droit de donner libre cours à ses idées personnelles.

Je m'étonne d'ailleurs que ce soit M. M. Bertrand qui me fasse ce reproche, car, lorsqu'il m'est arrivé d'étudier une région déjà décrite par lui, j'ai toujours consacré une large place à l'analyse de ses travaux (Voir par exemple ma note sur la Ste-Baume, 9 nov. 1896, p. 664, 665 et 666). M. Bertrand me reproche ensuite d'avoir *découvert* « la transgression du calcaire à *Hippurites* », je n'ai jamais eu cette prétention ; j'ai seulement montré qu'il y avait transgression dans des points où M. Bertrand plaçait des laminages gigantesques.

Je n'ai pas non plus découvert la sinuosité des plis ; mais, quand M. Bertrand croyait avoir observé ce phénomène dans le massif de la Ste-Baume, le pli qu'il considérait comme sinueux ne l'était que parce qu'il était composé de deux tronçons de plis différents. M. Marcel Bertrand a d'ailleurs émis dans ses notes sur la Provence un très grand nombre d'hypothèses sur l'explication de chaque phénomène et il est bien difficile d'en émettre une qu'il n'ait pas au moins entrevue ; je dis ceci uniquement pour montrer que je n'ai nullement l'intention de discuter ici des questions de priorité, cette discussion serait d'autant plus oiseuse que M. Marcel Bertrand déclare lui-même qu'il a abandonné toutes ses anciennes hypothèses.

Passons maintenant à l'examen des coupes de N.-D. des Anges et de l'Etoile. Je viens d'avoir l'occasion, en passant quelques jours en Provence, de revoir sur le terrain quelques-uns des points discutés ; j'aurais été heureux si M. Marcel Bertrand avait pu

m'accompagner dans ces quelques courses pour venir examiner avec moi, ainsi que je l'y conviais, les points en litige. Malheureusement, M. Marcel Bertrand n'a pu venir en Provence que quelques jours après la clôture des vacances de Pâques, de sorte que ce projet de courses communes n'a pu être, à mon grand regret, mis à exécution (1).

J'ai revu avec soin la région des Trois-Frères et de la Galinière, et tout ce que j'ai vu n'a fait que confirmer l'opinion que j'avais émise antérieurement. Dans le mamelon des Trois-Frères il est facile de s'expliquer l'erreur commise par M. M. Bertrand. Les calcaires spathiques blancs de la périphérie sont bien en effet des calcaires de l'*Aptien inférieur* à *Exogyra aquila*; je les avais vus depuis longtemps; mais la partie centrale du lambeau est constituée par des dolomies parallélipipédiques appartenant sans aucun doute à l'Infralias. Il n'existe d'ailleurs en aucun point de la Provence de dolomies dans l'Aptien. J'ai trouvé dans la partie centrale du massif, mais à l'état de blocs isolés, des cargneules et même des calcaires gris mouchetés en plaquettes identiques à ceux de la zone à *Avicula contorta*. La présence de l'Aptien inférieur sur toute la périphérie du lambeau aurait dû mettre M. Marcel Bertrand en garde contre l'attribution de la totalité du mamelon à cet étage, car les calcaires spathiques de la base de l'Aptien n'ont en Provence qu'une épaisseur très faible.

M. Marcel Bertrand passe sous silence tout ce qui a trait au lambeau de la Galinière qui, pourtant, a la même valeur que celui des Trois-Frères comme « argument en faveur de mes idées théoriques ». M. Collot avait vu là comme moi-même des dolomies infraliasiques. M. Bertrand attribuerait-il également ce lambeau à l'Aptien, et, même dans le cas où il attribuerait ce lambeau, ainsi que celui des Trois-Frères, à l'Aptien inférieur, comment explique-t-il leur présence au milieu d'un synclinal d'Aptien supérieur et de Gault?

A Château-Gombert, M. Bertrand a découvert du Néocomien fossilifère; je suis d'autant plus heureux de cette découverte qu'elle vient confirmer l'existence du second pli couché, dont je n'avais vu que le flanc normal. Mais, M. Bertrand se hâte peut-être trop en identifiant le Néocomien en question, dont je ne veux pas mettre l'existence en doute, avec le liséré infraliasique et peut-être même

(1) Je compte encore retourner en Provence en Août et Septembre, je serais très désireux d'y rencontrer cette fois M. Marcel Bertrand : quelques courses communes sur le terrain étant le seul moyen pratique de nous mettre d'accord sur les points discutés.

triasique que j'ai découvert. Ce liséré est en effet composé de cargneules roses et de dolomies sans fossiles ne pouvant prêter à aucune confusion avec les marnes fossilifères de l'Hauterivien.

Les coupes 2 et 3 du mémoire de M. Marcel Bertrand m'ont vivement étonné. Il suffit de comparer le profil topographique de ces coupes pour comprendre que nos coupes n'ont pas été évidemment prises dans le même point et qu'elles ne sont pas faites à la même échelle. La coupe 2 de M. Bertrand indique un synclinal néocomien situé à près de 1 kil. au sud de la limite méridionale de ma coupe; quant au plongement des couches au sud du liséré de Trias, il est exactement l'inverse de ce que j'ai vu sur le terrain et de celui que M. Collot a indiqué sur sa carte avant moi.

Quant à la coupe 3 de M. Bertrand, elle est prise à environ 1 kil. à l'est de la mienne et, par suite, vient couper le prolongement du synclinal néocomien que j'ai figuré dans mes coupes XI et XII.

M. Bertrand établit une confusion entre la chapelle de St-Germain qui est sur l'Aptien fossilifère, ainsi que je l'ai figuré, et le hameau de St-Germain qui est sur le Trias, ainsi que le représente sa coupe. Mettre en regard ces deux coupes qui ne sont pas prises au même point, sous prétexte de les comparer, c'est introduire dans la discussion des éléments de confusion tout à fait regrettables; il suffit d'ailleurs de se reporter à la carte topographique pour constater le fait que je signale. Dans une région où la géologie est aussi compliquée, les coupes changent à une distance très faible et, si l'on veut mettre en regard deux coupes, il faut avoir soin de les faire passer *exactement* par le même point, surtout lorsque la comparaison a pour but d'établir la « totale inexactitude » des coupes discutées.

Enfin, puisque M. Marcel Bertrand me reproche de ne pas avoir fait ressortir suffisamment dans mes notes précédentes la part des faits déjà connus et celle des éléments nouveaux, on me permettra de résumer ici en quelques mots les points nouveaux que j'ai mis en lumière dans ma note sur l'Etoile et N.-D. des Anges.

I. Dans le flanc normal du pli. — 1° Existence de Néocomien étiré sur presque toute la partie où la carte indique l'Urgonien en contact par faille avec la Dolomie jurassique; 2° Existence de Néocomien *très fossilifère* à Payan et à la Mûre, sur un espace de 2 ou 3 kilomètres carrés où la carte indique de l'Urgonien; 3° Sinuosités très nombreuses des contours de l'Infracrétacé dans la région de l'oratoire de Tourdres où il est limité sur la carte par une courbe parabolique qui, en certains points, s'écarte du vrai contour de

plus de 1 kil.; 4° Existence d'Aptien fossilifère à Palamar, figuré Urgonien ; 5° Présence d'un pli couché entre Château-Gombert et la Baume-Loubière.

II. Dans le flanc renversé. — 1° Existence d'un synclinal renversé dans le col de l'oratoire Ste-Anne ; 2° Présence de l'Infralias entre Ste-Anne et la Galinière ; 3° Dédoublement de la bande triasique à l'Est du col de Jean-le-Maître ; 4° Structure des lambeaux de la Galinière et des Trois-Frères ; 5° Complexité de l'aire synclinale de St-Germain ; 6° Structure du Massif de Pignan ; 7° Synclinal danien de Septèmes.

Quant à la question du Trias de Fontanieu je répéterai ce que j'ai déjà dit ici-même : je n'ai jamais considéré ce Trias comme une branche du pli principal, puisque dans la phrase même citée par M. Bertrand je dis : « Le Trias de Fontanieu est *indiscutablement le même* (1) *que celui qui est au sud du Grand Cerveau* » et quand je parle ensuite de deux zones anticlinales, il s'agit d'une part du pli principal et d'autre part du dôme du Beausset-Vieux. J'aurais dû ajouter que la notion de bifurcation et de soudure n'avait trait qu'à la direction des axes, puisqu'il n'existe pas de soudure effective. Je ne crois pas, d'ailleurs, que M. Marcel Bertrand ait supposé un instant que j'aie pu confondre avec le Trias les calcaires sénoniens très fossilifères qui séparent Fontanieu du Beausset-Vieux ; il y a donc là simplement un malentendu qui, je l'espère, est aujourd'hui complètement dissipé.

(1) Si j'avais eu l'intention de considérer ce Trias comme une branche du pli principal, j'aurais dit : « Le Trias de Fontanieu forme une bifurcation de celui, etc. », mais en affirmant que cette nappe triasique est *la même*, il me semble que j'indiquais assez clairement mon opinion sur la structure tectonique de la colline de Fontanieu.

UNE MACHOIRE DE DRYOPITHÈQUE

par M. **Édouard HARLÉ.**

Ma collection s'est augmentée d'une mâchoire inférieure de Dryopithèque des marnières de Saint-Gaudens (Haute-Garonne). On connaît déjà deux autres mâchoires inférieures de Dryopithèque, toutes deux de ce même gisement. L'une, recueillie par le Dr Fontan, a été décrite et figurée dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* en 1856, par Lartet, qui a appelé *Dryopithecus Fontani* l'animal dont elle provient. Elle a été bien mieux figurée par M. Gaudry dans ses *Enchainements du Monde animal*. L'autre mâchoire, obtenue plus de trente ans après par M. Félix Regnault, a été décrite et figurée par M. Gaudry dans les *Mémoires de la Société géologique de France, Paléontologie*, 1890 (1). Il semble qu'après ces travaux de savants si illustres, l'étude de la mâchoire inférieure du Dryopithèque doive être considérée comme épuisée. J'ai cru cependant qu'en raison de l'intérêt que présente ce grand Singe, il conviendrait de faire connaître la mâchoire que j'ai recueillie. Je l'ai comparée notamment à vingt-six mâchoires inférieures de Gorille et à dix-sept de Chimpanzé, presque toutes au Muséum de Bordeaux.

Mon échantillon est la moitié de gauche d'une mâchoire inférieure. Elle est munie de sa canine et de ses cinq molaires, en très bon état. La partie située en avant de la canine fait défaut, mais l'échantillon est muni d'une portion de la face antérieure comprenant la base de l'alvéole de l'autre canine, dent que j'ai recueillie aussi. Plusieurs morceaux de cette mâchoire m'ont été remis détachés, ce qui m'a permis de mieux voir les racines des dents.

D'après l'usure des molaires, mon Dryopithèque paraît avoir été à peu près du même âge que celui décrit par M. Gaudry. Il était par conséquent bien plus vieux que celui décrit par Lartet.

(1) J'ai pu aussi prendre connaissance des observations publiées sur ce Singe par :
Gervais. *Zool. et Pal. fr.*, 1859.
Forsyth Major. *Atti della Soc. italiana di Scienze nat.*, Milan, 1872.
Rich. Lydekker. *Cat of the foss. Mam. in the British Museum*. Part. I, 1885.
Max Schlosser. Die fossilen Affen, *Archiv für Anthropologie*, 1888.
Zittel. *Paléontologie, Mammalia*, 1894.

Dimensions. — La longueur occupée par l'ensemble de la canine et des cinq molaires de mon échantillon est, au niveau de la base de l'émail, 67 millimètres, dont 11 par la canine, 2 1/2 par un intervalle entre la canine et la prémolaire antérieure P_3 (intervalle qui existe chez beaucoup de Singes, mais non chez l'Homme), 19 par les deux prémolaires P_3, P_4 et 34 1/2 par les trois arrière-molaires M_1, M_2, M_3, qui ont respectivement 10, 12 et 12 1/2 de longueur. Ces dimensions et celles de la mandibule diffèrent très peu des dimensions des échantillons de Lartet et de M. Gaudry. Les variations individuelles de taille du Dryopithèque paraissent donc avoir été très faibles.

On voit que M_1 est sensiblement plus petite que M_2 et que M_3. Chez l'Orang, le Chimpanzé et certains Gorilles, M_1 diffère moins de M_2. Mais il existe aussi des Gorilles où ces trois dents sont exactement dans la même proportion qu'à mon Dryopithèque.

Symphyse. — La symphyse manque en partie à mon échantillon. Les traces de sa cassure le long du corps de la mâchoire montrent que, en arrière, son raccordement avec le corps de la mâchoire s'étendait tout au plus jusqu'à l'aplomb de l'extrémité antérieure de M_1. Par suite, suivant l'axe de la mâchoire, la symphyse cessait plus en avant. En outre, on reconnaît que la paroi postérieure du menton descendait brusquement jusqu'au bas de la mâchoire, dès l'aplomb de P_3. A l'échantillon de M. Gaudry, la symphyse est beaucoup plus forte : elle se raccorde à l'aplomb de l'extrémité postérieure de M_1 ; elle s'arrête, suivant l'axe de la mâchoire, un peu en arrière de l'extrémité antérieure de cette dent ; en outre, la paroi postérieure du menton y reste sur un plan élevé jusqu'à l'aplomb des arrière-molaires. A l'échantillon de Lartet, la symphyse n'a pas été observée.

Chez l'Orang et le Chimpanzé, la symphyse ressemble à celle de mon échantillon. Il en est de même chez les Gorilles femelles et chez plusieurs Gorilles mâles. Mais j'ai vu quelques Gorilles mâles où elle rappelle plutôt la symphyse de l'échantillon étudié par M. Gaudry. Ainsi, à deux Gorilles mâles du Muséum de Bordeaux (nos 815 et 840), la symphyse s'étend en arrière plus loin même qu'à la pièce de M. Gaudry et la paroi postérieure du menton reste au niveau de la base de la couronne des dents jusqu'à P_4. Il semble donc que, somme toute, la symphyse du Dryopithèque ressemble à celle du Gorille.

Direction de la série des molaires, largeur de la mâchoire. — En mettant, dans son alvéole, la canine droite de mon échantillon

et en comparant sa position avec celle de la canine gauche, en place, j'ai eu, par à peu près, l'alignement de la partie antérieure de la mâchoire. J'ai constaté ainsi que, à mon Dryopithèque, la ligne des molaires convergeait un peu vers le fond de la bouche et que la mâchoire était fort étroite, rappelant le Gorille, faits déjà signalés par M. Gaudry pour son échantillon. Le museau du Dryopithèque était très étroit. On doit supposer par suite que la tête de ce Singe était elle-même étroite et la grosseur de l'animal probablement moindre que l'avait d'abord fait penser celle de ses dents.

Quelques détails sur les dents. — La canine de mon échantillon est très élevée et possède un sillon, large et profond, sur son bord antérieur, ainsi que M. Gaudry l'a remarqué pour son échantillon. Ce sillon n'a pu être observé à l'échantillon de Lartet, parce que le haut de la canine y fait défaut. Il n'existe ni chez le Chimpanzé, ni chez la plupart des Gorilles. Mais il existe, bien développé, à un Gorille mâle du Muséum de Bordeaux (n° 896) et, très légèrement indiqué, à deux autres, ce qui paraît être la survivance, à titre exceptionnel, d'un caractère qui, chez le Dryopithèque, était normal.

J'observe que la canine a presque la même importance à l'échantillon de Lartet, à celui de M. Gaudry et au mien. Comme il est assez improbable, *a priori*, que ces trois échantillons proviennent de sujets du même sexe et comme l'échantillon décrit par M. Gaudry appartient plutôt à un mâle et le mien à une femelle, je suis amené à considérer comme probable que la canine du Dryopithèque était à peu près aussi forte chez la femelle que chez le mâle. La grande différence de la canine suivant le sexe s'est peut-être réalisée, dans cette famille, à une période géologique moins ancienne ?

P_3 n'a pas la forme large ni le bourrelet basal intérieur continu qu'elle présente à la pièce de M. Gaudry. Cette dent est au contraire plus aplatie transversalement et ne possède de bourrelet basal, à la face interne, qu'à son extrémité antérieure. Elle ressemble ainsi à la dent correspondante de l'échantillon de Lartet.

P_4 est à peine plus longue que large. Elle a, en effet, 9 millimètres de longueur sur 8 de largeur.

Les M sont munies, à la partie antérieure de leur face externe, d'un rudiment de bourrelet basal qui se relève obliquement et avec plus de relief sur leur face antérieure. Presque nul à M_1, il est plus marqué à M_2 et surtout à M_3. Lartet et M. Gaudry ont signalé, à leurs échantillons, un rudiment analogue. Je n'ai trouvé trace de bourrelet basal aux M ni chez l'Orang, ni chez le Chimpanzé, ni chez la plupart des Gorilles. Mais quelques Gorilles (par exemple

le n° 897 de Bordeaux) en possèdent un rudiment semblable, toute proportion gardée, à celui de mon échantillon de Dryopithèque.

Usure des arrière-molaires. — Les M de mon Dryopithèque sont plus usées sur leur partie externe que sur leur partie interne, comme chez les autres Singes. Mais, dans le sens de la longueur, leur usure présente une particularité : elles ont été usées par les molaires supérieures de telle manière que chaque molaire supérieure a fait une usure bien distincte de celle de ses deux voisines. Ainsi, M_1 supérieure a usé les deux tiers postérieurs de M_1 et le tiers antérieur de M_2, de sorte que cette usure est limitée : en avant, sur M_1, par une crête qui la sépare de l'usure, plus forte, produite par P_4 supérieure et, en arrière, sur M_2, par une crête qui la sépare de l'usure, plus faible, produite par M_2 supérieure. Aux M inférieures de Singes que j'ai vues, il est, au contraire, impossible où très difficile de distinguer exactement la limite de l'usure produite par telle molaire supérieure de celle produite par sa voisine, sauf chez un Chimpanzé du Muséum de Bordeaux (n° 797) où l'usure rappelle celle de mon échantillon.

Racines des molaires. — A mon échantillon, la prémolaire antérieure P_3 possède deux racines bien distinctes, dont l'antérieure est forte et très longue. Il en est de même à l'échantillon de Lartet, ainsi qu'une cassure permet de le voir. Chez le Gorille et l'Orang, cette dent est aussi à deux racines distinctes. Elle est à deux racines, généralement plus ou moins soudées, chez le Chimpanzé. Elle n'a qu'une racine chez l'Homme.

La prémolaire postérieure P_4 est à deux racines, très longues et très divergentes. Elle est aussi à deux racines, mais peut-être moins divergentes et proportionnellement moins longues, chez le Gorille et l'Orang. Elle est a deux racines, souvent en partie soudées, chez le Chimpanzé. Elle n'a qu'une seule racine chez l'Homme.

M_1 est à deux racines, dont au moins l'antérieure, bien visible à mon échantillon, est très longue. M_2 est aussi à deux racines. Ces deux dents sont aussi à deux racines chez le Gorille, l'Orang et le Chimpanzé et chez l'Homme.

M_3 a deux racines, dont l'antérieure est ordinaire, tandis que la postérieure est très grosse. Chez le Gorille, il en est de même, tandis que chez l'Orang et le Chimpanzé et chez l'Homme, cette dent est à deux racines égales, parfois soudées en une seule. Ceci provient de ce que, chez le Dryopithèque et le Gorille, la partie postérieure de cette dent est plus développée que chez l'Orang et le Chimpanzé et chez l'Homme.

Les prémolaires et arrière-molaires du Dryopithèque étaient donc très fortement enracinées. Elles l'étaient autant et même un peu plus que chez le Gorille, bien plus que chez l'Orang et le Chimpanzé et surtout que chez l'Homme. Le Dryopithèque, en cela, s'éloignait davantage de l'Homme que ces autres Singes, tout en se rapprochant du Gorille.

Le Dryopithèque a beaucoup de caractères que l'on retrouve chez le Gorille : les uns, chez tous les individus ; les autres, chez quelques-uns seulement, comme une survivance qui ne se reproduit plus qu'exceptionnellement. Je ne reviendrai pas à ce sujet sur les détails que j'ai donnés. Mais le Dryopithèque présente aussi quelques différences sensibles avec le Gorille, par exemple (ainsi que M. Gaudry et M. Schlosser l'ont signalé) d'avoir les tubercules de ses arrière-molaires beaucoup moins profondément séparés. Il serait, je crois, prématuré d'admettre que le Dryopithèque est l'ancêtre direct du Gorille. Il me semble prudent d'attendre que l'on ait découvert, dans le long intervalle qui s'est écoulé entre le dépôt des marnes de Saint-Gaudens et l'époque actuelle, quelques restes favorables ou défavorables à cette hypothèse. Les ressemblances du Gorille avec le Dryopithèque peuvent provenir de ce qu'il a conservé des caractères anciens avec plus de persistance que les autres Singes anthropomorphes et non d'une parenté plus rapprochée ?

Je terminerai par quelques renseignements sur le gisement et sur la faune que l'on y a recueillie.

L'on a trouvé les ossements dans la marne que l'on exploite pour les tuileries, à un kilomètre de la ville de Saint-Gaudens. Ces exploitations sont situées dans la commune de Saint-Gaudens, à la limite de celle de Valentine, dans la berge très élevée de la rive gauche de la Garonne. Un nivellement, que M. Rixens, conducteur principal des Ponts et Chaussées, a eu l'amabilité de faire sur l'exploitation la plus rapprochée du pont du chemin de fer, a donné les altitudes suivantes :

Plaine d'alluvion ancienne de la Garonne. . . . . (Graviers, terrasse supérieure de la Garonne).	410	mètres
Limite inférieure de l'alluvion ancienne de la Garonne, supérieure de la marne . . . . . (Marne, front en exploitation pour tuileries).	393	»
Fond de l'exploitation de marne . . . . . (Talus d'éboulement).	376	»
Etiage de la Garonne	356	»

On a trouvé des os dans cette exploitation aux environs de l'altitude 385 m. La coupe des autres exploitations ne diffère de celle-ci qu'en ce que le « Fond de l'exploitation de marne » a été creusé sensiblement plus bas. On y a trouvé des os jusque près du fond. On peut donc dire que le gisement de Saint-Gaudens est à l'altitude 380 m., avec quelques mètres d'écart en plus et en moins. Mon échantillon de Dryopithèque provient de l'altitude 385 m. Ce gisement est extrêmement pauvre. Il en résulte que, malgré leur petit nombre, les restes de Dryopithèque ne sont guère plus rares que ceux de chacun des autres animaux.

On a trouvé, dans ces exploitations, des restes des animaux suivants (1) :

Dryopithecus Fontani Lartet. Signalé d'abord par Lartet, *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc.*, 28 juillet 1856.

Dinotherium. D'après M. Gaudry, *Mém. de la Soc. géol. de France, Paléontologie*, t. I, 1890.

Chalicotherium. Lartet, *loc. cit.*, a signalé dans ce gisement des restes d'un *Macrotherium* (*Chalicotherium*) qui lui a paru identique à celui de Sansan. Le Muséum de Toulouse en possède deux demi-mâchoires provenant aussi du gisement de Saint-Gaudens. J'avoue ne pas savoir me rendre compte si ces échantillons appartiennent au *Chalicotherium grande* du Miocène moyen, ou au *Chalicotherium Goldfussi* du Miocène supérieur. Je suis confirmé dans ce doute par l'opinion de M. Rich. Lydekker qui admet que ces deux espèces n'en font qu'une seule (*Catal. foss. Mam. Brit. Mus.*, Part. III, 1886, p. 162).

Rhinoceros. D'après Lartet, *loc. cit.*

Listriodon splendens H. v. Meyer. D'après M. Depéret, *B. S. G. F.*, 1886-1887, p. 737 ; échantillon recueilli par M Gourdon.

Sus de la taille du Sanglier actuel. D'après plusieurs molaires, provenant d'un même sujet, qui font partie de ma collection.

Dicroceras elegans Lartet. D'après Lartet, *loc. cit.* Le Muséum de Toulouse en possède deux molaires d'une même mandibule.

A quel étage appartient ce gisement ?

Parmi les animaux que je viens d'énumérer, le *Dinotherium* et le *Sus* ont été trouvés à Simorre mais non à Sansan. La faune paraît donc indiquer que le gisement de Saint-Gaudens appartient à l'étage de Simorre.

Ainsi que M. Depéret (2) l'a fait remarquer, la présence du Dryopithèque tend à élever la couche de Saint-Gaudens dans la série miocène, car ce Singe a été trouvé aussi, paraît-il, à Eppelsheim, c'est-à-dire dans le Miocène supérieur.

(1) J'ai montré (*B. S. G. F.*, 1897, p. 902) que le *Mastodon turicensis* Schinz y a été indiqué à tort par *Cat. foss. Mam. British Museum*, t. IV, p. 27.

(2) Depéret. *B. S. G. F.*, 20 novembre 1893.

Il convient d'observer que, aussi dans les marnes de la vallée de la Garonne, qui sont par couches à peu près horizontales, la faune de Simorre a été trouvée à un niveau bien inférieur à celui du gisement de Saint-Gaudens (1) et, d'autre part, une faune du Miocène supérieur à quelques dizaines de mètres plus haut (2).

J'ajoute que, d'après M. Jacquot, ingénieur en chef des Mines, les marnes contenant la faune dite de Simorre commencent, dans le département du Gers, d'une manière très constante vers l'altitude 220 m. ou 230 m. (3). Il semble donc vraisemblable que l'origine de l'étage de Simorre est à une altitude pas très différente dans les coteaux de la rive gauche de la Garonne, qui longent le département du Gers sur une grande longueur, et, par conséquent, dans la région de Saint-Gaudens. D'après cela, le gisement de Saint-Gaudens, qui est situé vers l'altitude 380 m., est postérieur, non seulement à l'étage de Sansan, mais encore, de beaucoup, aux débuts de l'étage de Simorre.

Toutes ces raisons me conduisent à conclure que le gisement de Saint-Gaudens appartient à la fin de l'époque où régnait la faune de Simorre. Il appartient à la fin du Miocène moyen.

(1) Noulet. *Mém. Acad. Sc. Toulouse*, 1861, p. 125 et suivantes. — Depéret. *Arch. Mus. Lyon*, t. IV, 1887, pp. 68-69.

(2) Harlé. *B. S. G. F.*, 1897, p. 901.

(3) Jacquot. *Description géologique, minéralogique et agronomique du département du Gers*, Imprimerie nationale, 1870-73, avec carte datée 1869. Voir aussi la *Carte géologique détaillée*, feuille Auch, n° 229, 1882, par M. Jacquot, qui comprend une partie de la Haute-Garonne par M. M. Doumerc.

Dans le Gers, d'après M. Jacquot, un lit de gravier sépare, en bien des endroits, l'étage de Simorre de celui de Sansan. Peut-être faut-il y rattacher un lit de cailloux pyrénéens que j'ai trouvé dans la berge de marne de la Garonne, rive gauche, à un kilomètre et demi en amont de Saint-Julien, à l'altitude 220 m.?

Séance du 6 Juin 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT
PUIS DE M. A. DE LAPPARENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce le décès de M. **Maurice Hovelacque**. La Société Géologique était représentée aux obsèques de notre regretté confrère par plusieurs membres du bureau. L'allocution suivante a été prononcée à cette cérémonie par M. **E. de Margerie** :

Messieurs,

En l'absence de notre Président, M. Bergeron, retenu loin de Paris par ses travaux, je viens adresser à Maurice Hovelacque un dernier adieu au nom de la Société Géologique de France, dont il fut, de 1885 à 1887, le Secrétaire dévoué, avant d'être appelé, en 1889, à la Vice-Présidence.

Tous nous l'avons connu, et nous avons pu apprécier l'affabilité et la droiture de son caractère, autant que l'étendue de son savoir ; aussi, pour beaucoup d'entre nous, Hovelacque était-il plus qu'un confrère estimé, fidèle à nos séances, c'était un véritable ami.

J'aurais voulu qu'une voix plus autorisée que la mienne exposât devant vous l'étendue de la perte que la Paléontologie végétale vient de faire dans nos rangs, par cette mort si imprévue; notre savant confrère, M. Zeiller, que sa haute compétence en ce domaine désignait pour cette tâche, autant qu'une collaboration dont les bases venaient d'être jetées par celui que nous pleurons, est malheureusement empêché d'assister à cette funèbre cérémonie.

Du moins le Conseil de notre Société veillera-t-il à ce qu'une Notice sur la vie et les travaux scientifiques de Maurice Hovelacque, insérée dans notre *Bulletin*, vienne perpétuer parmi nous son souvenir.

Au nom des membres de la Société Géologique de France j'exprime à Mme Hovelacque et à la famille de notre confrère si regretté notre profond respect et notre douloureuse sympathie.

M. **Kilian** tient à rappeler tout spécialement les services que **Maurice Hovelacque** a rendus à la Société Géologique comme Vice-Secrétaire et comme Secrétaire. Ayant, pendant quatre années, fait partie du bureau en même temps que notre regretté confrère, M. Kilian a été témoin de l'infatigable activité et de la conscience qu'il apportait à ses fonctions. Hovelacque n'a, pour servir notre Société, ménagé ni son temps, ni ses peines; il mérite de notre part un souvenir reconnaissant et ému.

M. **A. de Lapparent** offre à la Société un exemplaire de la deuxième édition de ses *Leçons de géographie physique*. Cette nouvelle édition renferme deux nouveaux chapitres, l'un sur les Océans, l'autre sur un essai de classification des montagnes. Beaucoup de descriptions régionales ont reçu plus d'ampleur, ce qui a conduit l'auteur à dédoubler trois leçons, et l'ouvrage s'est enrichi de 46 dessins nouveaux.

Le Président se fait l'interprète de la Société pour féliciter M. de Lapparent du succès de ses *Leçons de Géographie physique*. On peut s'en réjouir, car ce succès montre que les doctrines émises par M. de Lapparent, si bien faites pour montrer l'importance de la géologie, commencent à être admises par le public.

M. **Marcellin Boule** offre à la Société un petit volume qu'il vient de publier en collaboration avec M. **L. Farges**, archiviste-paléographe, et qui a pour titre : *Le Cantal, guide du touriste, du naturaliste et de l'archéologue*. A la fois monographie et guide d'une région naturelle bien nette, ce volume pourra rendre des services à ceux de nos confrères qui désireront visiter le grand volcan cantalien, car la géologie y est traitée avec un certain développement, aussi bien dans la partie monographique, où un chapitre spécial lui a été consacré, que dans les *Itinéraires*, où l'on trouvera de nombreuses coupes et l'indication des gisements intéressants. Actuellement il se produit en France un mouvement considérable en faveur des voyages d'instruction et du tourisme. Ne devons-nous pas chercher à profiter de ce mouvement pour donner au grand public le goût de nos études, lui en faire goûter l'importance et la grandeur et augmenter ainsi le nombre de nos adhérents ?

SUR QUELQUES FOSSILES DU PÉROU

par M. H. DOUVILLÉ.

M. Pinillos, ancien élève de l'Ecole des Mines et actuellement ingénieur des Mines à Trujillo (Pérou), a communiqué à M. Douvillé un certain nombre de fossiles recueillis un peu au Nord de cette dernière ville, dans une localité appelée Colpa, près de Sayapullo. M. Douvillé signale parmi ces fossiles :

1° *Ammonites Milleti*, de l'Albien ;

2° Une série de formes signalées déjà un peu plus au Sud par Steinmann et caractérisant dans cette région le Gault supérieur : *Mortoniceras rostratum*, *Acanthoceras Lyelli*, *Amm. acuto-carinatus* ; cette dernière forme ne paraît pas spécifiquement distincte de l'*A. Roissyi* et de l'*A. peruvianus*, elle a été signalée sous l'un de ces trois noms sur un grand nombre de points, depuis le Pérou jusqu'au Texas. Ces fossiles sont accompagnés d'une *Exogyre* très voisine de *E. flabellata* et d'une grande *Trigonie* que l'on peut rapprocher de la *Tr. Etheridgei* de l'Aptien d'Europe ; elle est probablement identique à la *Tr. plicato-costata* du Mexique et elle est très voisine de la *Tr. crenulata* du Cénomanien (une forme du même groupe a été signalée dans l'Inde sous le nom de *Tr. ventricosa* et attribuée à tort au Jurassique). Des couches importantes de combustible minéral ont été signalées à ce niveau au Pérou (Pariatambo).

3° Une série de fossiles se distinguant des précédents par leur couleur plus claire et correspondant à une faune assez particulière déjà signalée dans la région sous la dénomination de « couches à Oursins et Buchiceras » ; les principales formes sont : *Placenticeras Uhligi*, représenté par plusieurs variétés, depuis des formes plates et presque lisses, jusqu'à des formes renflées à grosses côtes rappelant le *Pl. syriacum*, *Neithea* cf. *quinquecostata*, *Enallaster Tschudii*, déjà signalé au Pérou par Desor et de Loriol.

On sait d'après les importants travaux de M. Choffat que le *Pl. Uhligi* se trouve associé en Portugal avec le *Mort. rostratum* et caractérise la zone la plus élevée de l'Albien, et c'est précisément dans cette zone que le genre *Enallaster* présente son plus grand développement. Il faut ajouter toutefois que *Enallaster Delgadoi* se rencontre encore dans le Cénomanien inférieur, et que dans les

Charentes, d'après M. Arnaud, ce genre remonte également dans le Cénomanien.

Cet ensemble de couches caractérisé par *A. Roissyi, M. rostratum*, des *Orbitolines* et des *Enallaster*, prend un développement considérable au Vénézuela, au Mexique et au Texas. Vers l'Est, il contourne au Nord le massif paléozoïque du Brésil et peut être suivi jusqu'à l'Ile de la Trinité. On sait qu'il faut chercher son prolongement en Europe, au Maroc et dans la péninsule ibérique. Or, c'est précisément sur ce dernier point que l'on retrouve, comme nous venons de le voir, les *Mort. rostratum* et *Placenticeras Uhligi* associés à des *Enallaster*. Ce dernier genre se poursuit vers l'Est dans l'Algérie et jusqu'au Liban. On peut ajouter que les lignites d'Utrillas, en Espagne, paraissent correspondre à peu près aux couches de houilles du Pérou.

Il est vivement à souhaiter que M. Pinillos poursuive ses intéressantes recherches et nous donne bientôt des coupes détaillées de cette région encore bien incomplètement connue.

SUR LES COUCHES A RUDISTES DU TEXAS

par M. **H. DOUVILLÉ.**

M. Douvillé discute ensuite l'âge des couches à Rudistes du Texas. On sait, d'après les travaux de M. Hill, que le niveau principal de ces fossiles correspond au « Caprina limestone », situé au-dessous de l'*étage de Washita*, dont la faune (d'après M. Hill), a des affinités cénomaniennes. D'un autre côté, cette couche de calcaire couronne l'*étage de Fredricksburg* qui repose lui-même sur l'*étage de Trinity* avec *Orbitolines* et *Toucasia*; grâce à l'obligeance de M. Hill, M. Douvillé a pu examiner quelques-uns des Rudistes de cette région et il a pu ainsi s'assurer que le *Toucasia* de l'étage de Trinity se rapprochait par la position de ses lames myophores du *T. Seunesi*, ce qui indique que ces couches ne sont pas inférieures à l'Aptien. Ce rapprochement est du reste confirmé par la faune de l'étage de Fredricksburg, *Amm. acuto-carinatus, Placenticeras, Sphenodiscus pedernalis*, *Enallaster*, qui paraît correspondre à ces couches albiennes si développées plus au sud. Les couches à Rudistes qui les surmontent pourraient ainsi être rangées ou dans l'Albien supérieur ou plutôt peut-être à la base du Cénomanien.

M. Douvillé n'a malheureusement pas pu vérifier la position des lames myophores dans les *Toucasia* de ce niveau, mais il a pu s'assurer que le *Rad. Davidsoni* n'était pas un Biradiolite et présentait une arête cardinale tout à fait comparable à celle des *Sauvagesia* dont l'existence à ce niveau est connue depuis longtemps. Ce dernier genre se trouverait ici à un niveau un peu inférieur à celui qu'il occupe en Europe, mais il est facile de le rattacher au groupe du *Rad. cantabricus* qui a apparu plus tôt en Europe, dans les Pyrénées, dès la base de l'Albien.

Contrairement à ce qu'il avait indiqué précédemment, M. Douvillé ajoute qu'il existe bien de vrais Caprinidés au Texas ; malheureusement ils sont incomplètement conservés, ou ont été mal figurés : le *Caprina crassifibra* de Roemer est incontestablement un Caprinidé. Il en est de même de l'*Ichthyosarcolithus anguis* du même auteur ; d'après des échantillons de la collection Roemer, gracieusement communiqués par M. le professeur Frech, la valve supérieure est exactement celle d'un *Caprinula ;* la figure donnée par Roemer est manifestement inexacte.

On rencontre également des Caprinidés au Mexique ; on sait, d'après M. Hill, que les divers étages des « Comanche series » se retrouveraient dans ce pays ; les couches à Rudistes y ont été signalées par divers auteurs et il y a quelque probabilité qu'elles y occupent à peu près le même niveau qu'au Texas. M. Douvillé a pu étudier un certain nombre d'échantillons qui lui avaient été remis il y a plusieurs années par M. Ant. del Castillo, directeur de la Commission géologique du Mexique et qui proviennent en grande partie de Coalcoman. Parmi ceux-ci, il existe un Caprinidé présentant *aux deux valves* des canaux et des lames radiantes polyfurquées rappelant celles de la valve supérieure des Caprines ; c'est le caractère du genre *Schiosia*, créé par M. Bœhm pour des formes du Cénomanien du Nord de l'Italie.

Ce genre existe aussi en Sicile, autant qu'on peut en juger d'après les descriptions de Gemmellaro ; les espèces en ont été décrites comme appartenant au genre *Caprinella*. La présence du genre *Schiosia* en Amérique établit un lien de plus entre la région des Antilles et du Mexique, et la zone méditerranéenne.

Il serait intéressant d'avoir quelques indications sur les Rudistes signalés au Vénézuéla, dans des couches dites « à Hippurites ». D'après la position stratigraphique de ce niveau au-dessus des couches du Gault, il paraît correspondre aux couches à Rudistes du Texas.

NOTE SUR L'ALTITUDE PRIMITIVE DES ALPES DAUPHINOISES

par M. **Fr. ARNAUD.**

Il est universellement admis que les Alpes, à la fin de leur soulèvement au début de l'époque pliocène, avaient une hauteur supérieure à celle d'aujourd'hui. On est arrivé à cette conclusion en reconstituant par la pensée la masse des matériaux, blocs, graviers, troubles, entraînés par les cours d'eau, déposés dans les plaines, deltas ou au fond des mers et en les remontant à leur place primitive (1). Mais on sent combien ce calcul est arbitraire.

Ne pourrait-on arriver à une conclusion plus certaine en étudiant la pente des cours d'eau pliocènes ? C'est ce que nous tenterons de faire dans cette étude sur le bassin de la Durance.

Je prie le lecteur d'avoir sous les yeux :

1° La carte de l'Etat-Major au 320.000e, de la Méditerranée à Briançon, qui donne tout le bassin de la Durance;

2° Les cartes au 80.000e intitulées : Gap, Die, Le Buis et Digne.

De la station de *la Freyssinouse* (ligne de Veynes à Briançon), en remontant vers le nord, on traverse quelques cultures en pente douce, puis une côte abrupte de schistes noirs calloviens et, à 100m au-dessus de la gare, on trouve un poudingue, limitant en muraille de 10 à 15m de hauteur le *plateau incliné de Correo* qui forme la base de l'extrémité sud de la montagne de Charance. Assis sur le bord de ce plateau, au point marqué 1103 sur la carte de Gap, on a en face de soi, au sud, la table calcaire de la montagne de *Céuze*, dominant de 500 mètres l'observateur et le haut de la vallée du *Petit-Buech*, large en ce point de 3 à 4 kilomètres, et qui descend à droite vers l'ouest, pour aller s'embrancher dans celle du *Grand-Buech*, en amont de Serres.

Le creusement de cette vallée, évidemment d'érosion, sur une pareille largeur, dans sa partie supérieure, paraît d'abord anormal. Quand deux cours d'eau ont leur origine au même point d'une

(1) A. Penck. Die Denudation der Erdoberfläche. *Ein Vortrag*. Wien 1887. — V. aussi les travaux de M. Heim et Supan. Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig. 1896 —; p. 490. Penck. Morphologie der Erdoberfläche, p. 278. Stuttgart, 1894, etc.

crête et coulent sur les deux pentes opposées, leur action y détermine un col. Mais au col de la Freyssinouse, rien de semblable ; le petit ruisseau qui va former le Petit-Buech coule vers l'ouest, mais à l'est, pas le moindre ruisseau, des terres cultivées descendant d'étage en étage vers Gap.

Quelle est donc la rivière déjà puissante qui, venant de l'est, a pu creuser cette vallée ? Les montagnes élevées qui auraient pu lui donner naissance sont à plus de 50 kilomètres dans cette direction et séparées du point où nous sommes par la grande vallée de Gap-Chorges, en contrebas de 300 mètres.

La réponse est sous nos pieds. Détachons d'un coup de marteau quelques galets, de 15 à 20 centimètres d'axe en moyenne, du poudingue qui nous porte. Ce sont des amphibolites, des protogines, des euphotides, des variolites de la Durance, toutes roches qui n'existent pas à 60 kilomètres à la ronde, qu'on ne trouve en place que dans la Haute Durance (1). C'est donc une ancienne Durance qui a creusé la vallée de la Freyssinouse, la vallée du Petit-Buech et qui coulait à la hauteur où nous sommes sur les graviers qui nous portent. En continuant par la pensée vers le sud la pente du plateau de Correo et en la relevant vers Céuze, en anse de panier, nous aurons la coupe en travers du lit sur lequel coulait la Durance, qui roulait les graviers de ce poudingue. Ce lit passait à 50 ou 60 mètres au-dessus de la station que nous venons de quitter.

Si nous cherchons ce *lit ancien* en descendant la vallée du Petit-Buech, puis celle du Grand-Buech, nous le retrouvons partout sur la rive droite, à la même hauteur de 150 à 200^{m} au-dessus de la vallée actuelle. Ce même poudingue se continue avec une pente régulière. Par places, les torrents latéraux, en creusant le flanc de la montagne, l'ont fait disparaître : *Rabou*, *Labéous*, etc., Vous le retrouverez à *Veynes*, *aux Guérets*, *aux Egaux*, même en remontant dans la vallée du Grand-Buech par le chemin de fer de Grenoble ; puis à *Serres*, à *la Gineste*, à *Mison*, à *Bellevue ;* là il s'étale sur les hauteurs au nord de cette grande plaine, entre le Buech et la Durance actuelle, et, dominant la haute terrasse quaternaire, on le retrouve à la terrasse supérieure de *Volonne* sur la rive gauche de la Durance, puis coiffant les pyramides (2) pontiennes des *Mées* (3).

(1) David Martin. Formations caillouteuses de la vallée de la Durance. Gap, Jouglard, imprimeur de la Société d'études, 1895.

(2) *Las Méas* en patois signifient les pyramides. Voir La Méa au sud de Barcelonnette. Pain de sucre sur la carte d'Etat-Major, feuille de Digne.

(3) Je ne veux pas aller plus loin pour ne pas anticiper sur l'étude annoncée à la Société géologique de France par mon excellent ami M. David Martin, qui m'a le premier conduit dans ces parages, qu'il étudie depuis des années.

Cette formation ne remonte pas plus haut que le Poët, dans la vallée de la Durance actuelle, ce qui paraît démontrer que le courant qui l'apportait ne venait pas de cette vallée, mais exclusivement de celle du Petit-Buech, continuée par celle du Grand-Buech, après leur confluent.

Partout l'état d'altération de la plupart des galets montre l'ancienneté de cette Durance, les roches granitiques sont kaolinisées et s'effritent, les variolites sont pâles, etc. (1).

Il est démontré, par ce qui précède, que la Durance a creusé la vallée du Petit-Buech et qu'à cette époque elle ne passait pas encore par son lit actuel, le Monetier-Allemont, la Saulce, etc... Nous appellerons provisoirement cette rivière la *Durance Correo-Mizon*.

Pour couler à Correo à l'altitude 1103, elle passait forcément au moins à 350 mètres au-dessus de Gap, à 300 mètres au-dessus de Chorges, à 450 mètres au-dessus d'Embrun et le *fond* des vallées Gap-Chorges et de la vallée d'Embrun était alors à ces altitudes.

A cette époque l'*Ubaye*, grossie de la *Blanche*, qu'elle recevait par le col *Saint-Lagier* et ensuite par celui de *Charamel* (2), avait dessiné, *du Sauze au Poët*, le lit de la future Durance, par Espinasse, Remollon, Tallard, la Saulce, le Monetier-Allemont. L'Ubaye avait donc 40 kilomètres de plus de longueur et avait son confluent avec la Durance Correo-Mison au Poët. Plus tard l'érosion reprit; la Durance Correo-Mison creusa son lit de 60 mètres environ à la Freyssinouse et dans les vallées du Petit-Buech et du Grand-Buech. Puis elle se butta contre la masse de Céuze qui la rejeta au Sud sur Tallard et elle *quitta pour toujours la vallée du Petit-Buech*. Elle continua à creuser la vallée Chorges-Gap, sans avoir encore emporté la croupe qui, du *Gapiau à Pontis*, par le Sauze, la séparait encore de l'Ubaye. Divaguant dans cette surface de 20 kilomètres de large, qui s'étend des croupes nord de la plaine de Gap au lit de l'ancienne Ubaye, elle dériva vers elle par les lits actuels de *Rousine*, de *la Luye*, de l'*Avance*, creusés par elle et inexplicables sans elle, surtout cette dernière, qui a deux kilomètres de largeur et à peine 15 kilomètres de longueur et prend sa source actuellement dans les marais du Chorges. Elle prit ainsi peu à peu possession du lit de l'Ubaye qu'elle élargissait. Puis un beau jour le seuil Gapiau-le Sauze-Pontis fut entamé, scié en cascade, emporté ; la Durance abandonna

(1) Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la Durance, par MM. Kilian et A. Penck. *C.-R. Ac. Sc.*, 17 juin 1895.

(2) La gorge de la Blanche, de Saint-Martin de Seyne à Espinasse, avec ses pentes abruptes, paraît de date récente.

la vallée Chorges-Gap, dont le creusement, sans elle, serait inexplicable. Enfin, raccourcissant ainsi définitivement son parcours de 20 kilomètres, elle s'établit pour toujours dans son lit actuel de Savines au Poët et Sisteron, par le Monetier-Allemont, préparé par l'Ubaye et qu'elle creusa sans arriver à l'élargir beaucoup du confluent de l'Ubaye au confluent de l'Avance (1). La grande inclinaison des pentes des versants montre que la Durance, sur ce parcours, n'a pas depuis une très haute antiquité atteint son état d'équilibre, fixé le pied des versants et permis à l'action pluviale d'en abaisser le profil (2).

Il en est autrement de la Durance Correo-Mison, la plus ancienne qui ait laissé des traces indéniables.

Cette vallée de la Freyssinouse, aux dimensions si disproportionnées avec l'importance du filet d'eau qui y circule encore, est évidemment une *vallée morte*, abandonnée depuis des milliers de siècles par le cours qui l'a creusée et qui a laissé son *lit fossile* suspendu à ses flancs.

Cette vallée morte n'eût-elle pas quelques résurrections ?

Quelle admirable puissance de ressources dans la nature ! Quand du plateau de Correo on aperçoit à 400 mètres plus bas, au fond de la vallée voisine, briller cette Durance où roulent les eaux tombées sur les flancs du Pelvoux et du mont Genèvre, quel est l'esprit le plus chimériquement audacieux qui aurait pu penser que ces mêmes eaux, tombées en flocons de neige à la barre des Ecrins, au lieu de se précipiter dans ce lit profond, ont pu remonter, *sous la forme solide*, cette pente effrayante, remplir cette vallée profonde et large et venir *mouiller* de nouveau ce haut plateau de Correo, avec une puissance telle qu'au lieu des galets qu'elle y roulait alors, elle ait pu y transporter des blocs mille fois plus gros ! Ce travail de géant elle pourra le recommencer un jour !

Il est certain qu'une branche du glacier de la Durance a passé sur le col de la Freyssinouse, encombré d'un enchevêtrement de buttes morainiques, qu'il a passé sur le plateau de Correo (3), dont la surface, rabotée par lui, est parsemée de blocs erratiques. Il a pu monter beaucoup plus haut, peut-être jusqu'à Céuze, où M. David Martin a trouvé un petit bloc de grès du Flysch.

(1) Appelée à tort La Vence sur la carte E.-M. Voir Avançon.

(2) De la Noë et de Margerie. Les formes du terrain.

(3) V. les publications de MM. David Martin, Haug, W. Kilian, où les moraines de Correo sont décrites ainsi que les alluvions pleistocènes *inclinées* qu'elles recouvrent en aval du point où affleure la terrasse pliocène.

Mais, quelle que soit la hauteur des traces d'un glacier sur le flanc d'une montagne, on ne peut connaître l'emplacement *du fond* de ce glacier, *du sol qui le portait*, que par des moraines frontales et par le lit du courant qui en sortait.

Mais alors ce poudingue de Correo ne serait-il pas *fluvio-glaciaire* (Pliocène), comme l'ont écrit M. M. Kilian et Penck ? (1). Nous ne le pensons pas.

Pour que ce courant fluvio-glaciaire coulât à Correo à l'altitude 1103, il aurait dû s'échapper d'une *moraine frontale* située en amont, vers Gap, supposition gratuite puisqu'il n'en reste pas trace et et qu'il ne pouvait guère en rester après le passage des glaciers des glaciations postérieures. Evidemment cette moraine frontale aurait dû reposer sur le fond de la vallée à l'altitude de 1200^{m} environ.

D'autre part, les alluvions interglaciaires de Pralong se sont déposées, après la deuxième glaciation, sur un fond de roche qui est le niveau actuel de la Durance, à l'altitude 810 et qui était bien le fond de la vallée de la Durance pendant la 2e glaciation, puisque les alluvions d'Embrun, qui l'ont suivie, sont superposées, comme l'a découvert M. Penck, à des moraines de fond typiques (2).

Il aurait donc fallu qu'entre la première et la deuxième glaciation, la Durance eût eu le temps de creuser la vallée du Buech d'une centaine de mètres, la vallée de Chorges-Gap de 350^{m} et sa propre vallée de 500^{m} environ (de Correo à Tallard) sur une quinzaine de kilomètres de largeur ! Je suis tout disposé à attribuer aux phénomènes glaciaires la durée de cent mille ans que lui prête M. de Mortillet et même à l'augmenter très largement ; mais il m'est impossible d'attribuer *à une seule époque interglaciaire* la durée suffisante pour qu'une rivière, *qui n'avait pas un bassin de réception plus grand que celui de la Durance actuelle*, ait pu, malgré le ruissellement intensif de l'époque pleistocène, malgré la friabilité des schistes qu'elle traversait, accomplir un tel travail d'arasement, de creusement et de déblayement.

J'estime donc que *la Durance Correo-Mison n'était nullement un cours d'eau fluvio-glaciaire mais simplement fluviaire*, qu'elle était à l'époque pliocène le cours d'eau principal du bassin de la Durance actuelle et d'une puissance égale, à en juger par la grosseur des graviers entraînés par elle, sur une pente connue.

Quelle était cette pente ?

(1) W. Kilian et A. Penck. Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la Durance. *C.-R. Ac. Sc.*, 17 juin 1895.

(2) Kilian. *B. S. G. F.*, 1895, pages 816, 817.

Elle est donnée exactement par le tableau suivant, établi en remontant la rivière, à partir du *col de Lamanon*, par où elle passait alors pour aller s'épancher dans la Crau et que je surélève de 30 mètres pour tenir compte de l'érosion postérieure probable :

	ÉNONCIATION DES POINTS	ALTITUDES de la Durance pliocène	DIFFÉRENCE d'altitude entre ce point et le suivant	DISTANCE de ce point au suivant en kilomètres	PENTE par 100 mètres de ce point au suivant	ALTITUDES de la rivière actuelle
RÉEL	Col de Lamanon, surélevé de 30m	137	396	102	0 388	107
	Terrasse supre de Volonne.	553	148	22	0.672	442
	Terrasse supre de Mison. .	681	251	31	0.809	519
	Terrasse supre de Veynes .	932	171	20	0.855	806
	Terrasse supre de Correo .	1103	182	20	0.910	1005
HYPOTHÉTIQUE	Au-dessus d'entre La Batie et Chorges	1285	193	20	0.965	858
	Au-dessus d'Embrun . . .	1478	204	20	1.020	800
	Au-dessus d'en face de St-Crépin	1693	215	20	1.075	908
	Au dessus de Ste-Philomène	1908	101	9	1.130	1143
	Au-dessus du confluent de la Clarée	2009	»	»	»	1351

De Volonne, jusqu'au plateau de Correo, les altitudes et les distances sont *prises sur le terrain* et les pentes exprimées sont exactes. La pente va toujours en augmentant, comme on devait s'y attendre, et l'on sait que la courbe se relève d'autant plus rapidement que l'on approche du faîte. Pour avoir les pentes suivantes, nous avons néanmoins conservé l'augmentation de pente des 20 derniers kilomètres de Veynes à Correo, soit 0.055 °/o que nous avons ajoutés tous les 20 kilomètres ; notre Durance pliocène aurait ainsi coulé au-dessus de la Bâtie à l'altitude 1285 (soit à 427m au-dessus du village actuel) ; au-dessus d'Embrun à l'altitude 1478 (soit à 678m au-dessus de la Durance actuelle) ; en face de St-Crépin à l'altitude 1693 (soit à 785m au-dessus de la Durance actuelle) ; au-dessus de Ste-Philomène à l'altitude 1908 (soit à 765m au-dessus de la Durance actuelle), enfin au-dessus du confluent de la Clarée, à 2009m, soit *à 658m au-dessus du confluent actuel.*

Ce chiffre est certainement inférieur à la vérité ; mais ce chiffre, donné par la pente du lit de la Durance pliocène, *nous paraît*

démontré comme minimum. Depuis l'époque où coulait cette Durance, les Alpes auraient donc été abaissées par l'érosion de 700 mètres, en chiffres ronds, *au minimum.*

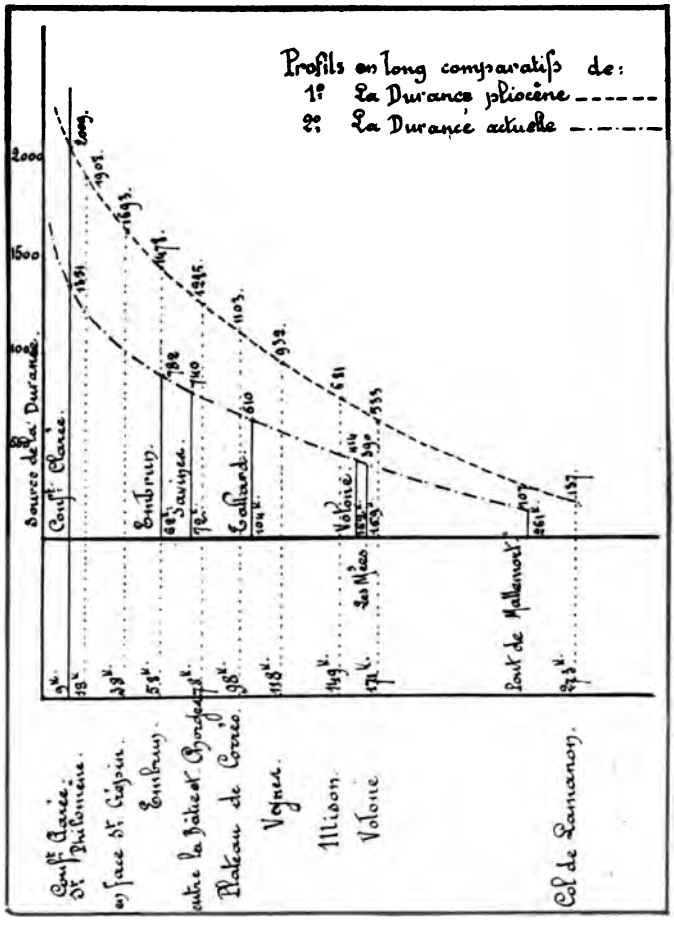


Fig. 1.

Le profil en long de la Durance actuelle est emprunté à l'étude sur la Durance publiée par M. E. Imbeaux, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dans les Annales des Ponts et Chaussées en janvier 1892.

Mais cette Durance pliocène, coulant à Correo à l'altitude 1103, n'est pas la première qui ait coulé dans cette vallée du Petit-Buech. Pour la creuser à ce point, d'autres Durances pliocènes antérieures

y ont coulé à une altitude supérieure et, avant elles, très probablement la Durance pontienne qui a déposé les cailloutis aujourd'hui relevés par les plissements près de l'Escale et formant plus en aval les pyramides des Mées et toutes les collines de Valensoles. Dans chacune d'elles il faut relever leur lit au-dessus des lits postérieurs et, par suite, relever leur point de départ, la crête du Mont-Genèvre.

De combien ?

Nous pouvons tripler sans crainte le chiffre obtenu ci-dessus et porter à 2000^{m} plus haut que le Mont-Genèvre actuel, la source de la Durance post-pontienne, qui, très probablement, a coulé dans la même vallée principale et entamé avec persistance toutes ces barrières que les plissements avaient élevées en travers de son cours (Montagnes de Lure, de Chabre, etc.).

Ici nous retombons dans l'arbitraire ; mais exagérons-nous vraiment en portant à 2000 le chiffre de 658 que l'étude de la Durance pliocène paraît nous avoir donné avec certitude, *comme extrême minimum du démantèlement des Alpes dauphinoises*, depuis leur émersion définitive jusqu'à l'époque actuelle ?

Les profils en longs comparatifs ci-joints de la Durance pliocène et de la Durance actuelle montreront la différence de pente et la tranche enlevée par l'érosion entre les deux époques.

A la suite de l'intéressant et ingénieux travail de M. Arnaud, M. **Kilian** tient à attirer l'attention sur le point qui lui paraît le plus important dans la notice de notre confrère : la démonstration de la *capture* d'une ancienne Durance par l'Ubaye. Cette démonstration lui semble appuyée d'arguments irréfutables et constitue un fait nouveau, contribution précieuse à l'histoire de nos vallées alpines.

Quant à l'essai de reconstitution de la ligne de faîte des Alpes à l'époque pliocène, il pense que la reconstruction du profil de la Durance pliocène est trop hypothétique pour fournir des résultats tant soit peu précis.

Si des lambeaux de *terrasses pliocènes* existent en aval de la Freyssinouse et ont été portés comme tels sur les feuilles le Buis, Digue et Die de la carte géologique détaillée, il n'en est pas de même en amont de cette localité, où aucune trace n'en a encore été signalée. Or, l'emplacement de la source de ce cours d'eau pliocène est absolument inconnu : elle pouvait être à l'E. de la ligne de partage actuel (comme M. Kilian l'a montré en 1896 pour la Durance interglaciaire), ou bien, s'il s'agit, comme M. Kilian le croit, d'une formation fluvio-glaciaire, au front d'un glacier sur la position duquel

on ne possède aucun renseignement et qui pouvait être très voisin de l'emplacement de Gap. Il est donc très difficile, même en faisant abstraction d'autres facteurs importants (masse d'eau, résistance des roches) et en éliminant l'hypothèse pourtant très plausible d'un affaissement lent de la portion intra-alpine du bassin de la Durance, de se faire actuellement une idée du *profil en long* de ce cours d'eau à l'époque du Pliocène supérieur. On ignore également si la rivière avait atteint son *profil d'équilibre*.

Quant à la *Durance pontienne*, on n'en connaît que le grandiose cône de déjections Mélan-St-Auban-Digne-Riez et rien n'autorise à admettre qu'elle ait suivi tel ou tel trajet plutôt qu'un autre. Elle est antérieure aux mouvements orogéniques les plus énergiques de la région et ne doit donc pas entrer en ligne de compte dans les hardies évaluations de M. Arnaud.

SUR LES CONGLOMÉRATS OPHITIQUES DES BASSES-PYRÉNÉES

par M. **STUART-MENTEATH.**

Un exemple décisif et facile à vérifier montre le vrai caractère de ces conglomérats. Iholdy est assis sur une butte d'ophite qui traverse la croûte cénomanienne d'une longue bosse de calcaire à *Toucasia*. Au-dessus de ce Cénomanien, caractérisé par les Brachiopodes que Davidson et Leymerie ont signalés dans cet étage, des collines très arrondies sont découpées dans 400 mètres de Flysch à silex et fucoïdes, plissoté, mais, en moyenne, horizontal. Depuis la surface du Cénomanien jusqu'au sommet du Flysch, sont intercalées des lentilles de conglomérat à fragments anguleux de quartzite, ophite, calcaire crétacé et schiste, dépassant souvent un mètre de diamètre, et empâtés dans un ciment d'argilite rouge. Ces lentilles ont des épaisseurs variant de deux mètres jusqu'à cent mètres. Trois de ces bancs intercalés se présentent au N.-E. de la route de Suhescun à Iholdy, et forment, vers le point coté 543, des dentelures visibles de loin. Charpentier les a figurés sur sa carte dans le Trias en raison de leur identité avec les conglomérats pseudo-triasiques qui, entre Esterencuby, Saint-Engrace et la Vallée d'Aspe, ont été

classés dans cette formation. Ceux d'Iholdy sont nettement au-dessus d'une épaisseur considérable de Flysch, séparés entre eux par des marnes blanches pétries de *Chondrites intricatus* et *Targioni*, et couronnés par la suite du Flysch. Leur source est évidemment dans les cheminées d'ophite qui entourent Iholdy, lesquelles sont entourées de brèches semblables. Un filon d'ophite traverse le Flysch très près des conglomérats supérieurs.

Les détails du Flysch qui couronne la série sont les mêmes qu'à Bidart et Ciboure, où des conglomérats à fragments de calcaire à Orbitolines se présentent vers la base du Campanien fossilifère. Ces conglomérats sont un facies du Flysch et se trouvent à tous les niveaux depuis la base du Cénomanien jusqu'à l'Eocène inf^r^. A Esterencuby ils reposent sur un calcaire pétri de *Cidaris*, *Pseudodiadema*, *Montlivaultia*, *Orbitolina concava*, *Rudistes* et *Brachiopodes*. Ce calcaire est identique à celui du Cénomanien d'Ascain. Au Col d'Aphanice et Ahuski, et entre Tardets et Larrau, ces conglomérats sont sur des calcaires à *Toucasia*; vers le Pic des Escaliers ils ont 1.000 mètres d'épaisseur. Ils présentent une silicification remarquable qui produit soit des masses de quartzite soit des quartz bipyramidés dépassant 12 centimètres de diamètre. Ils sont traversés par des filons et des masses irrégulières d'ophite. Les pointements de cette roche produisent habituellement dans le Flysch une auréole de marnes irisées semblable à l'auréole de cuisson montrée par chaque four à chaux creusé dans cette formation. Entre Asson et Arthez d'Asson, j'ai cependant signalé des filons minces : Ce calcaire qu'ils ont traversé est devenu très cristallin au contact, mais montre encore au microscope des Foraminifères crétacés bien caractérisés.

A St-Michel, Baigorry et la ferme Etcheverry au sud de St-Jean-Pied-de-Port, j'ai retrouvé dans le calcaire ressemblant au Muschelkalk, qui est recouvert et englobé par l'ophite, la même *Lingula* ressemblant à *L. tenuissima* que j'ai signalée dans la même situation au sud d'Ascain. Le calcaire qui couronne, au S., les sommets de Mendimutz, Adarca et Château-Pignon et que je croyais crétacé, m'a donné enfin des échantillons bien caractérisés de *Stromatopora*, *Favosites polymorpha* et *cervicornis*, *entroques* de caractère dévonien et un polypier voisin de *Halysites* qui simule des sections de Rudistes et d'Huîtres plissées. Au-dessous viennent des ardoises à *Zaphreutis* reposant sur les quartzites du Coblenzien. Toutes ces roches sont indifféremment recouvertes en discordance par le conglomérat crétacé.

SUR LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DES ASSISES MONTIENNES DU BASSIN DE PARIS ET EN PARTICULIER SUR *PSEUDOLATES HEBERTI* GERVAIS SP.

par M. F. PRIEM.

(PLANCHES X ET XI)

SOMMAIRE

Lamna serra A. Smith Woodward. — *Pseudocorax affinis* Agassiz sp. — *Palaeobalistum Ponsorti* Heckel. — *Pseudolates Heberti* Gervais sp. — Conclusions relatives à la faune ichthyologique des assises montiennes du bassin de Paris.

J'ai eu déjà l'occasion (1) d'étudier divers Squales et Pycnodontes des assises crétacées les plus supérieures du bassin de Paris, connues improprement sous le nom de calcaire pisolithique et qui sont rangées maintenant à la partie inférieure de l'étage montien. Ces assises, outre les restes que j'ai déjà mentionnés, ont fourni au Mont-Aimé (Marne) des empreintes bien conservées d'un Pycnodonte, le *Palaeobalistum Ponsorti* Heckel et d'un Acanthoptérygien perciforme connu sous le nom de *Lates Heberti* Gervais. Je me propose de m'occuper aujourd'hui de ces deux Poissons et surtout du dernier, mais préalablement je dirai quelques mots de dents de Squales qui m'ont été communiquées depuis ma dernière note.

LAMNA SERRA A. Smith Woodward

(Pl. X, fig. 1-5).

A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. I, 1889, p. 400.

Id. Notes on the Shark's teeth from british cretaceous formations. *Proceedings of the Geologist's Association*, t. XIII, p. 198, pl. VI, fig. 11-12, 1894.

(1) F. PRIEM. Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur). *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, 1898, pp. 229-243, pl. II.

M. A. Smith Woodward a désigné sous le nom de *Lamna serra* des dents du Mont-Aimé appartenant à la collection géologique du British Museum. Leur couronne est comprimée et lisse, il y a une paire de larges denticules latéraux pointus avec une ou deux paires de denticules externes plus petits. La racine est courte et le trou nutritif est placé dans un sillon.

Ces dents ne sont représentées ni dans la collection paléontologique du Muséum, ni dans les collections de la Sorbonne et de l'Ecole des Mines. Mais M. de Lapparent a bien voulu me communiquer cinq dents du Mont-Aimé faisant partie de la collection de l'Institut catholique de Paris et appartenant certainement à cette espèce. La couronne est droite, lisse, très aplatie sur la face externe; les denticules latéraux pointus et larges présentent un denticule externe plus petit. On voit nettement sur la racine de deux de ces dents un sillon. La longueur de la couronne est de 0^m012 au maximum, mais la moins haute de ces dents qui est en même temps la plus large a pour hauteur de la couronne 0^m006 avec une largeur à la base de 0^m011. Cette dent est très légèrement oblique en arrière et doit être une dent latérale, tandis que les autres sont des dents antérieures. L'épaisseur de ces diverses dents, à la base, est de 0^m003.

Lamna serra diffère de *Lamna appendiculata* Agassiz sp. par ses denticules latéraux divisés et par l'existence d'un sillon sur la racine. La division des denticules latéraux rapproche au contraire *Lamna serra* de *Lamna Vincenti* Winkler du Tertiaire inférieur, mais dans cette dernière espèce le trou nutritif n'est pas dans un sillon marqué et, de plus, il y a chez *Lamna Vincenti* quelques légers plis à la base de la face externe, ce qui n'a pas lieu chez *Lamna serra* (1).

PSEUDOCORAX AFFINIS Agassiz sp. (SPHYRNA PLANA Hébert).

(Pl. X, fig. 8).

Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles, t. III, p. 227, pl. 26, fig. 2; pl. 26ᵃ, fig. 21-24 et (*Corax planus*) p. 229, pl. 26ᵃ, fig. 51-57, 1843.

Hébert. Tableau des fossiles de la craie de Meudon. *Mém. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. V (1re partie), p. 354, pl. XXVII, fig. 9, 1854.

(1) J'ai eu l'occasion d'étudier *Lamna Vincenti* à propos des Poissons de l'Eocène du Mont Mokattam (Egypte). Voir *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, 1897, p. 212, pl. VII, fig. 1-3.

A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. I, p. 427, 1889.

Id. Notes on the Shark's teeth from british cretaceous formations. *Proceedings of the Geologist's Association*, vol. XIII, p. 199, pl. VI, fig. 19-22, 1894.

F. Priem. Sur des dents d'Elasmobranches de divers gisements sénoniens (Villedieu, Meudon, Folx-les-Caves). *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, p. 46, pl. I, fig. 20-27, 1897.

M. de Lapparent a bien voulu me confier une petite dent faisant partie de la collection géologique de l'Institut catholique de Paris et provenant du Mont-Aimé. Cette dent, dont la partie antérieure manque, a une couronne étroite, élancée, inclinée en arrière ; ses bords sont tranchants et le bord antérieur présente de très fines crénelures visibles à la loupe. Il y a en arrière un assez fort denticule. La longueur de la couronne est de 0m006 et la largeur, à la base, de 0m006 également. L'épaisseur, à la base, est de 0m001. C'est une dent de *Corax affinis* Agassiz, dont la racine et le denticule antérieur sont brisés. J'ai montré que l'espèce d'Agassiz doit être rapportée à un genre nouveau *Pseudocorax*. Cette espèce, répandue dans le Sénonien supérieur depuis les couches à *Belemnitella mucronata*, n'avait pas encore été signalée dans les assises montiennes.

M. A. Smith Woodward (1) a signalé comme provenant du Mont-Aimé des dents de *Corax falcatus* Agassiz appartenant au British Museum. Cette espèce ne paraît pas cependant dépasser le Sénonien inférieur. Il y a probablement ici erreur de localité ou peut-être confusion avec *Pseudocorax affinis* Agassiz sp.

Palaeobalistum Ponsorti Heckel

(Pl. XI, fig. 2).

Heckel. Beitrage zur Kenntniss der fossilen Fische Oesterreichs. Denkschr. K. Akad. Wiss. math. naturw. Cl. Wien, t. XI, 1856, p. 236-242, pl. XI, fig. 1-15.

A. Gaudry. Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles secondaires, 1890, p. 159, fig. 258.

A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, t. III, 1895, p. 272.

(1) A. Smith Woodward. Catalogue, I, p. 426.

Gervais a signalé dans sa *Zoologie et Paléontologie françaises* (1) de belles empreintes de Pycnodontes du Mont-Aimé, dont l'espèce ressemblait, d'après lui, à *Pycnodus rhombus* Agassiz (2). Elles ont été étudiées par Heckel qui les a rapportées au genre *Palæobalistum* de Blainville sous le nom de *Palæobalistum Ponsorti* Heckel. Cette espèce, dédiée au baron de Ponsort, est représentée dans la collection paléontologique du Muséum par de nombreux échantillons provenant de la collection Gervais. M. Albert Gaudry l'a figurée dans ses *Enchaînements du monde animal*.

Dans le genre *Palæobalistum*, le tronc est large, discoïdal, le pédicule caudal est court. Il y a cinq rangées de dents au vomer et trois rangées sur chaque moitié de la mandibule. Chez *P. Ponsorti* les dents principales mandibulaires ou internes sont beaucoup plus larges que longues ; celles de la rangée moyenne sont à peine plus larges que longues, et les dents de la série externe sont plus petites et allongées dans le sens antéro-postérieur. *P. Ponsorti* est une petite espèce de 0m20 de longueur, dont la dorsale occupant les deux tiers du dos, a 65 rayons, tandis que l'anale en a 50. Le bord postérieur de la caudale est sinueux. Les nageoires paires sont généralement mal conservées.

On sait que chez les Pycnodontes il y a une formation spéciale consistant en baguettes qui partent du dos et qui croisent les apophyses épineuses. D'autres baguettes partent de la carène et recouvrent la partie inférieure des côtes. Heckel regardait ces baguettes comme des côtes dermiques supportant les écailles; il appelait celles du dos *Firstrippen* (côtes de faîte) et celles du ventre *Kielrippen* (côtes de la carène). Il est établi maintenant que ces prétendues côtes dermiques ne sont autre chose que les bords antérieurs épaissis des écailles ; celles-ci sont détruites par la fossilisation, laissant seulement leurs bords antérieurs. Ces baguettes se voient très bien chez *Palæobalistum Ponsorti* en avant des nageoires médianes. Celles d'en haut sont minces, non articulées ; celles d'en bas, non articulées également, sont plus courtes et plus larges. On y voit aussi de larges écailles sur la carène et d'où partent les baguettes inférieures. Celles du haut partent d'écailles dorsales beaucoup moins développées.

(1) GERVAIS. *Zoologie et Paléontologie françaises*, 1re édition, 1848-1852, t. I. Explication des planches LXVII à LXXX. Poissons fossiles, p. 3. 2e édition, 1859, p. 523.

(2) *Pycnodus rhombus* Agassiz, rapporté par Heckel au genre nouveau *Stemmatodus*, appartient au Jurassique supérieur d'Italie.

La notochorde chez les Pycnodontes est persistante ; il n'y a pas de véritables centres vertebraux, mais les arcs neuraux et hémaux s'élargissent fortement à leur base, et dans les genres *Palæobalistum* et *Pycnodus* ils arrivent ainsi à entourer la notochorde ; leurs bases ont leur bord digité et entrent plus ou moins en contact. On peut voir parfaitement dans les échantillons de *Palæobalistum Ponsorti* du Muséum ces arcs neuraux et hémaux qui n'entourent pas complètement la notochorde ; il reste entre les arcs d'en haut et ceux d'en bas un espace assez large, surtout en arrière. Ils se rapprochent davantage en avant (par exemple dans les échantillons portant les numéros 10.645, 10.649, 10.650) et peuvent ainsi donner l'illusion de centres vertébraux véritables dans la partie antérieure ; cependant le numéro 10.639 montre des arcs supérieurs et inférieurs bien nets et séparés même en avant (1).

On constate la même chose chez le *Palæobalistum Goedeli* Heckel du Liban et chez le *P. orbiculatum* Blainville de l'Eocène du Monte Bolca, si l'on en juge par les figures que donne Heckel (2). Les arcs neuraux et hémaux n'entourent pas complètement la notochorde ; il y a entre eux un intervalle, mais ils se rapprochent davantage en avant.

Il en est encore de même chez le genre *Pycnodus* proprement dit, qui remplace le genre *Palæobalistum* dans l'Eocène. Ici encore l'ossification n'est pas complète, il n'y a pas de centres véritables. C'est ce qu'on voit très bien dans les exemplaires de *Pycnodus platessus* Agassiz du Monte Bolca appartenant à la collection de Paleontologie du Muséum. Toutefois il y a un progrès relativement à *Palæobalistum*. Les arcs supérieurs et inférieurs sont plus digités et se rapprochent davantage les uns des autres, même en arrière (original de Gazzola, empreinte et contre-empreinte, nos 10.968-69) ; et chez les exemplaires de jeunes individus on constate que l'écart des arcs supérieurs et inferieurs est plus grand que chez les grands échantillons (empreinte et contre-empreinte nos 11.070-71 ; nos 11.097-98, collection de Drée).

Les exemplaires de *Palæobalistum Ponsorti* (3) montrent fort bien

(1) M. Albert Gaudry a attiré l'attention sur cette ossification plus complète en avant qu'en arrière chez *Pycnodus Ponsorti* (*loc. cit.*, p. 160).

(2) Heckel. *Loc. cit.*, pl. II, fig. 3-8 et pl. X.

(3) L'exemplaire de *Palæobalistum orbiculatum* sur lequel de Blainville (Sur les Ichthyolites ou les Poissons fossiles. Nouv. Dict. d'Hist. Nat., t. XXVIII, 1818, p. 339) a fondé l'espèce est figuré dans Volta : *Ittiolitologia Veronese*, Verone, 1796, pl. XL et aussi dans Faujas St-Fond, *Essai de géologie*, t. I, Paris, 1803, p. 132, pl. VI, sous le nom de *Balistes*. Il avait été déposé au Museum, mais je n'ai pu l'y

à la partie antérieure des apophyses épineuses supérieures et inférieures une longue lamelle mince ayant formé une paroi osseuse intermusculaire. Enfin un autre détail intéressant est la présence à la partie postérieure de la tête d'une sorte de gerbe de minces filets osseux, croisant les premières apophyses epineuses et les baguettes des écailles. Cette gerbe de filets osseux est considérée le plus souvent comme une crête pariétale. Autrefois on regardait ces crêtes comme des nageoires pectorales déplacées; Heckel les considérait comme dues à l'ossification des tendons des grands muscles latéraux, ossification qui se produit aussi chez certains Poissons actuels par les progrès de l'âge (*Sphyræna vulgaris*, *Elops salmoneus*, etc.).

Le genre *Palæobalistum* (1) est représenté dans le Crétacé supérieur par plusieurs espèces : *P. Goedeli* Heckel dans le Liban (2), *P. flabellatum* Cope sp. du Brésil; une espèce de *Palæobalistum* paraît exister aussi dans le Crétacé de Comen en Istrie; enfin au Mont-Aimé se trouve *P. Ponsorti* Heckel. Mais ce genre n'est pas exclusivement crétacé ; l'Eocène du Mont-Bolca contient *P. orbiculatum* Blainville sp. Le genre *Palæobalistum* disparaît donc avec l'Eocène. Il est accompagné d'un autre genre de Pycnodontes, le genre *Pycnodus* proprement dit. Ce dernier est exclusivement éocène ; sa dentition est analogue à celle de *Palæobalistum* dont il ne diffère guère que par le pédicule caudal beaucoup plus long et plus mince ; et par le bord postérieur de la caudale légèrement excavé chez *Pycnodus* tandis qu'il est convexe ou plus ou moins sinueux chez *Palæobalistum*.

Les empreintes de *Palæobalistum Ponsorti* conservées dans les collections viennent toutes du Mont-Aimé. M. Munier-Chalmas m'a communiqué cependant de petites dents de la collection géologique de la Sorbonne, recueillies dans le Montien inférieur de Vertus, les unes elliptiques, les autres arrondies, et qui pouvaient appartenir à *Palæobalistum Ponsorti*.

J'ai figuré ici le n° 10645 de la collection paléontologique du Muséum, qui montre bien les nageoires impaires, les *Firstrippen*

retrouver. Le poisson est mal conservé et la colonne vertébrale n'est représentée que par sa partie la plus postérieure. Heckel a figuré un exemplaire de la collection Canossa, à Vérone (Heckel, *loc. cit.*, p. 229, pl. X).

(1) A. Smith Woodward. Catalogue, t. III, 1895, p. 270-275.

(2) M. Gorjanovic-Kramberger a décrit une autre espèce du Liban sous le nom de *P. libanicum* dans son mémoire : De Piscibus fossilibus Comeni, Mrzleci, Lesinae et M. Libanicis. *Oper. Acad. scient. et art. Slav. merid.*, t. XCI. Agram, 1895 (en croate et en latin), p. 33, pl. VII, fig. 1.

et *Kielrippen*, les expansions des apophyses, la crête pariétale et qui présente assez bien les détails de la colonne vertébrale.

PSEUDOLATES HEBERTI Gervais sp.

(Pl. X, fig. 7-8. Pl. XI, fig. 1).

Gervais. Zoologie et Paléontologie françaises. 1re édition 1848-52, Poissons fossiles, p. 3 et 2me édition 1859, p. 523.

Sauvage. Sur le *Lates Heberti*. *B. S. G. F.*, 3me série, t. XI, 1883, p. 481-83, pl. XIII, fig. 2.

A. Gaudry. Les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques, Fossiles secondaires, 1890, p. 162. fig. 260.

Gervais, parlant des empreintes de *Palæobalistum Ponsorti* Heckel, du Mont-Aimé, dit : « Il y a avec elles les squelettes d'un *Lates* de 0m08 à 0m10 de longueur qui n'a pas encore été décrit. Je l'ai appelé *Lates Heberti* du nom de M. Hebert alors sous-directeur de l'Ecole Normale Supérieure, qui a beaucoup étudié la géologie de la Champagne et celle des environs de Paris ».

M. Sauvage a étudié un bel échantillon de *Lates Heberti* appartenant à la collection paléontologique de l'Ecole supérieure des Mines et que M. Douvillé a bien voulu me permettre d'examiner. Le *Lates Heberti* de Gervais est représenté aussi dans la collection de Paléontologie du Muséum par de nombreux exemplaires que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. A. Gaudry. Ce dernier a d'ailleurs figuré l'un de ces exemplaires dans ses « Enchaînements du monde animal ». Enfin j'ai étudié un échantillon de la collection géologique de la Sorbonne que m'a communiqué M. Munier-Chalmas.

Tous ces échantillons indiquent un poisson à corps comprimé, de forme ovale, à queue non bifurquée faisant graduellement suite au corps. La longueur totale est au plus de 0m10 sur lesquels la nageoire caudale occupe 0m015 ; l'échantillon de l'Ecole des Mines n'a même que 0m057 de long. La longueur de la tête (0m02 en moyenne) est comprise un peu plus de quatre fois dans celle du corps sans la caudale et la plus grande hauteur du corps est comprise un peu moins de trois fois dans cette longueur.

Les écailles sont petites, généralement mal conservées. Sur un exemplaire du Muséum (no 10.666), et sur celui de la Sorbonne on voit nettement à la loupe leurs fines stries d'accroissement et de plus on constate qu'elles sont finement pectinées en arrière.

Il y a 25 vertèbres et 9 paires de côtes.

La tête est courte, assez mal conservée. Les mâchoires ne présentent généralement pas trace de dents : toutefois certains exemplaires comme le n° 10.661 du Muséum et l'échantillon de l'Ecole des Mines laissent voir à la loupe, à la mâchoire supérieure, de très fines dentelures qui paraissent indiquer l'existence de dents en velours. Le préorbitaire porte des pointes bien séparées ; très minces et très pointues ; il est ainsi nettement pectiné, on compte une dizaine de ces petites pointes.

Le préopercule est denticulé ; les denticulations sont petites sur le bord postérieur et au nombre de sept ou huit et même davantage ; à l'angle il y a une pointe plus forte bifurquée et sur le bord inférieur plusieurs pointes, de trois à cinq, les deux plus fortes étant près de l'angle. Ces pointes sont droites, légèrement inclinées vers l'arrière. On les voit bien surtout sur l'exemplaire de l'Ecole des Mines et sur le n° 10.662 du Muséum : ce dernier montre en outre une trace de l'opercule avec une pointe.

Il n'y a pas deux nageoires dorsales séparées, mais une seule, les rayons mous faisant immédiatement suite aux rayons épineux. Il y a huit rayons épineux et dix rayons mous. Cependant l'échantillon de l'Ecole des Mines présente neuf rayons épineux et neuf rayons mous ; le premier épineux très petit est accolé au second. Cette variation se présente parfois d'ailleurs chez les Poissons vivants ; dans une même espèce il peut y avoir un rayon de plus ou de moins ; un rayon mou devient quelquefois une épine. Le rayon épineux antérieur est toujours le plus petit, les plus grandes épines sont les quatrième et cinquième qui atteignent jusqu'à 0m015 de longueur ; la sixième leur est presque égale ; les dernières sont plus petites et légèrement plus basses que les premiers des rayons mous, qui décroissent régulièrement. Il ne pouvait y avoir sur le vivant qu'une légère encoche en haut de la dorsale à l'endroit des premiers rayons mous comme chez beaucoup de Serranidés actuels. La dorsale commence au-dessus des ventrales et sa partie épineuse est un peu plus longue que sa partie molle. Les osselets qui supportent la dorsale molle sont plus inclinés en avant que ceux qui soutiennent la dorsale épineuse.

La nageoire anale débute par trois rayons épineux, le premier est le plus petit ; le deuxième, le plus grand, est égal au troisième rayon épineux de la dorsale ; il y a en outre six rayons articulés ramifiés arrivant en dessous de la terminaison de la dorsale.

La nageoire caudale, non bifurquée, plus ou moins arrondie, se compose d'environ vingt-six rayons : quatorze grands et une douzaine de petits rayons externes.

Les nageoires pectorales, mal conservées, sont incomplètes, elles montrent une dizaine de rayons. Les nageoires ventrales, thoraciques, portent un rayon antérieur épineux et cinq rayons articulés. L'os pelvien est robuste.

Le poisson du Mont-Aimé est bien un Acanthoptérygien Perciforme, mais plusieurs caractères montrent que ce n'est pas au genre *Lates* qu'il faut le rapporter. J'ai fait part de mes doutes à M. Vaillant, professeur au Muséum, qui a bien voulu examiner divers échantillons et m'a confirmé qu'on n'avait pas affaire ici à un *Lates*.

Les différences sont les suivantes :

1° Le préorbitaire chez le poisson du Mont-Aimé est finement pectiné ; chez *Lates* il porte de fortes dentelures obliques vers l'arrière et contiguës, tandis qu'ici les dents du peigne sont bien séparées et droites.

2° Le préopercule chez le poisson du Mont-Aimé est finement denticulé et les denticulations du bord inférieur sont droites. Chez *Lates* le préopercule porte des pointes beaucoup plus fortes ; il y en a une très forte à l'angle et trois ou quatre sur le bord inférieur, dont les antérieures sont antrorses ; le bord postérieur présente beaucoup plus de denticulations que dans le cas actuel. Le préopercule de *Lates* et celui du poisson du Mont-Aimé appartiennent à des types tout différents.

3° Les écailles de *Lates* sont assez grandes et très rudes au toucher à cause de leurs fortes dentelures du bord postérieur. Ici, au contraire, les écailles sont petites et finement pectinées au bord postérieur.

4° Le poisson de Mont-Aimé n'a qu'une seule dorsale qui ne devait porter qu'une faible encoche supérieure ; elle a 8 rayons épineux (parfois 9) et 10 (parfois 9) rayons mous. Chez *Lates* il y a deux dorsales distinctes bien que contiguës à leur base ; il y a 7 ou 8 rayons épineux, tandis que la dorsale molle présente un premier rayon articulé non ramifié et à la suite 10 ou 12 rayons ramifiés. La formule des dorsales de *Lates* est ainsi : VII-VIII, I 10-12 ; celle de la dorsale du poisson du Mont-Aimé est : VIII-IX 10-9. Chez *Lates* la plus longue épine dorsale est la troisième ; dans le poisson décrit ici les plus longues épines sont la quatrième et la cinquième. Chez *Lates* la formule de l'anale est III 8-9 ; chez le poisson du Mont-Aimé III 6.

Les différences sont évidentes quand on compare les empreintes du Mont-Aimé avec le squelette de *Lates niloticus* figuré par Agassiz (1)

(1) Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles, t. V, 1839, p. 24, pl. A.

et à la figure du crâne de la même espèce donnée par M. G. A. Boulenger (1).

Un genre avec lequel le poisson du Mont-Aimé a des analogies est le genre *Ctenolates*, créé par M. Günther (2) pour un poisson des fleuves d'Australie (*C. macquariensis* Günther 1871 = *C. ambiguus* Richardson 1844). Il a le préorbitaire pourvu de serrations, l'opercule muni d'une épine aplatie, le préopercule finement denticulé en arrière et avec de petites pointes sur le bord inférieur. Il y a trois piquants à l'anale. La nageoire dorsale est continue et porte dix forts piquants. Les écailles sont petites, fortement cténoïdes. Les dents sont villiformes. La formule de la dorsale pour *C. ambiguus* est X 11 et pour l'anale III 8 ; la queue est arrondie.

Les principales différences avec le poisson du Mont-Aimé sont : le plus grand nombre des piquants de la dorsale, les écailles fortement cténoïdes. En outre, les denticulations du bord inférieur du préopercule chez *C. ambiguus* sont antrorses.

Le poisson du Mont-Aimé, à cause de sa dorsale en partie épineuse, des piquants à l'anale, des ventrales thoraciques avec une épine et cinq rayons mous. appartient au groupe des Acanthoptérygiens Perciformes. La présence de trois piquants à l'anale doit le faire placer dans la famille des Serranidés comme les genres *Lates* et *Ctenolates* (3) avec lesquels il a des affinités, mais il appartient à un genre distinct des deux précédents et pour lequel nous proposons le nom de *Pseudolates*.

Les caractères du genre *Pseudolates* sont les suivants :

Corps comprimé; écailles petites avec stries concentriques, finement pectinées sur le bord postérieur. Dents probablement villiformes. Préorbitaire pectiné. Préopercule finement denticulé, les denticulations du bord postérieur sont espacées et droites. Opercule probablement avec une seule épine. Dorsale continue avec dix

(1) G.-A. Boulenger. Catalogue of the Perciform Fishes in the British Museum, 2e édition, t. I, 1895, p. 360, fig. 27.

(2) A. Günther. A description of a new Percoïd Fish from the Macquarie River. *Proc. zool. Soc. London*, 1871, p. 320, pl. XXXIII. — G.-A. Boulenger. Cat., t. I, p. 134.

(3) M. G.-A. Boulenger range les deux genres *Lates* et *Ctenolates* dans deux sous-familles différentes de la grande famille des Serranidés ; le premier dans la sous-famille des *Centropominae*, le second dans celle des *Serraninae*. Voir pour les caractères de ces sous-familles le *Catalogue* de M. Boulenger, t. I, p. 114 et p. 360. Chez les *Serraninae*, il n'y a pas de prolongement écailleux à la base des ventrales ; ce prolongement existe au contraire chez les *Centropominae*. Les premiers ont des pseudobranchies développées ; les seconds n'en ont pas ou de rudimentaires. Ces caractères anatomiques ne peuvent être employés dans le cas actuel.

piquants; trois piquants à l'anale. Caudale arrondie, 25 vertèbres.

Les caractères de *Pseudolates Heberti* Gervais sp. sont : formule de la dorsale VIII-IX 10-9 ; formule de l'anale III 6. Hauteur du corps comprise un peu moins de trois fois dans la longueur du corps. Longueur de la tête égale à un peu plus du quart de la longueur. Le premier rayon épineux de la dorsale est très petit ; les plus longs piquants sont le quatrième et le cinquième atteignant les trois quarts de la longueur de la tête. Les épines anales sont fortes, la première est petite, la seconde est la plus grande et atteint la longueur du troisième piquant dorsal. Longueur totale du corps de $0^{m}10$ environ.

Les échantillons de *Pseudolates Heberti* sont généralement mal conservés et il faut en examiner un grand nombre pour voir tous les détails. J'ai figuré ici deux échantillons appartenant à la collection paléontologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Le numéro 10.661 montre bien le préorbitaire et le préopercule ; le numéro 10.666 montre bien surtout la nageoire dorsale. Le lecteur pourra se reporter aussi à la figure donnée par M. Sauvage d'un exemplaire appartenant à la collection paléontologique de l'École des Mines de Paris (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XI, 1883, pl. XIII, fig. 2).

M. Munier-Chalmas m'a communiqué un autre poisson du Mont-Aimé (pl. XI, fig. 8) d'une longueur totale de $0^{m}065$, dont $0^{m}01$ pour la nageoire caudale, et sur laquelle la tête occupe une longueur de $0^{m}02$: ce corps a une forme renflée, le pédicule de la queue est long et bien distinct du reste du corps. La nageoire caudale est arrondie.

Les mâchoires sont allongées, surtout l'inférieure, qui dépasse notablement la supérieure ; les dents ne sont pas visibles et les os de la tête ne sont pas discernables. Le profil supérieur de la tête est légèrement concave. L'orbite est grand, son diamètre est de $0^{m}004$.

La plus grande hauteur du corps, comprise entre le point d'insertion des ventrales et le premier rayon de la nageoire dorsale, est de $0^{m}018$. On voit les empreintes de 25 vertèbres. Les écailles ne sont pas conservées.

La nageoire dorsale est unique. Elle commence au-dessus du point d'insertion des ventrales. Elle débute par huit piquants, dont le plus petit est le premier placé tout contre le second et n'a que $0^{m}002$ de longueur ; les deux piquants les plus longs sont le quatrième et le cinquième qui atteignent une longueur de $0^{m}013$. Les rayons mous sont au nombre de dix.

La nageoire anale débute par trois rayons épineux dont le premier

est le plus petit; le second, qui est le plus fort, a 0m009 de longueur comme le troisième de la dorsale. Il y a en outre six rayons mous.

La nageoire caudale arrondie laisse reconnaître une vingtaine de rayons.

Les nageoires pectorales sont peu reconnaissables. Les nageoires ventrales, thoraciques, ont un rayon antérieur épineux et cinq rayons mous.

Ce poisson, par sa dorsale continue à huit piquants, par les trois piquants de l'anale et le nombre des vertèbres, ainsi que par ses ventrales thoraciques avec une épine et cinq rayons mous, appartient au genre *Pseudolates*.

La formule de sa dorsale VIII 10, celle de l'anale III 6, la queue arrondie, le rapprochent de *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Comme dans cette dernière espèce, le premier rayon épineux de la dorsale est très petit et les plus longs piquants sont le quatrième et le cinquième, atteignant, comme chez *P. Heberti*, près des trois quarts de la longueur de la tête; de même que chez *P. Heberti* le second rayon épineux de l'anale est le plus grand et est égal au troisième piquant de la dorsale. Le rapport de la hauteur maximum du corps à la longueur est à peu près le même dans les deux cas. Chez notre poisson le pédicule de la queue paraît plus mince que chez *P. Heberti*, mais il faut remarquer que ce pédicule n'est pas intact, qu'il est déchiqueté sur les bords, surtout sur le bord inférieur. La tête est plus étroite, plus longue que chez *P. Heberti;* elle est à peine contenue trois fois dans la longueur du corps (sans la caudale), tandis que chez *P. Heberti* elle est contenue environ quatre fois dans la longueur du corps. Il résulte de là un aspect particulier, d'autant plus que notre échantillon a la bouche à peine ouverte, tandis que les exemplaires de *Pseudolates Heberti* ouvrent généralement une large gueule. Les différences que nous signalons ici nous semblent cependant trop peu importantes, comparées aux ressemblances, pour rapporter ce poisson à une espèce particulière de *Pseudolates* et nous le regardons comme un *Pseudolates Heberti* Gervais sp.

En résumé, les Poissons du Mont-Aimé connus sous le nom de *Lates Heberti* doivent être rapportés à un genre distinct du genre *Lates* et que nous appellerons *Pseudolates*.

Les vrais *Lates* n'apparaissent que dans l'Éocène. Agassiz (1) a distingué dans les couches du Monte-Bolca plusieurs espèces de *Lates : L. gracilis*, *L. gibbus*, *L. notaeus*. Comme les *Lates* actuels,

(1) Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles, t. IV, 1833-43, p. 25, 27, 29, pl. 3-5.

ces Poissons ont le préorbitaire pourvu de fortes denticulations, le préopercule avec des pointes antrorses sur le bord inférieur, et en outre il y a une dorsale molle distincte de la dorsale épineuse. Agassiz (1) a distingué aussi sous le nom de *Lates macrurus* une espèce du calcaire grossier des environs de Sèvres. Enfin le Leithakalk de Vienne (Miocène supérieur) renferme *Lates Partschii* Heckel (2). Les *Lates* tertiaires n'ont qu'une faible taille; ils ont une vingtaine de centimètres de longueur. Au contraire, les *Lates* actuels sont bien plus grands. *Lates niloticus* Linné, du Nil, du Niger et du Sénégal, a une longueur de $1^{m}40$ et même de $1^{m}80$. *Lates calcarifer* Bloch., des côtes et des estuaires de l'Australie (depuis l'Inde et le sud de la Chine jusqu'au nord de l'Australie), atteint de $0^{m}85$ à $1^{m}70$ (3).

Conclusions relatives à la faune ichthyologique des assises montiennes du Bassin de Paris

Si l'on tient compte des résultats contenus dans cette note et de ceux que contient la note déjà publiée dans le Bulletin de cette année (4), les Poissons des assises montiennes du bassin de Paris appartiennent aux espèces suivantes :

Elasmobranches

Scapanorhynchus ? (Odontaspis) subulatus Ag. sp.
Oxyrhina ? sp.
Lamna appendiculata Ag. sp.
Lamna serra A. S. Woodw.
Corax pristodontus Ag.
Pseudocorax affinis Ag. sp.

Téléostomes

1° Pycnodontes

Anomœodus subclavatus Ag. sp.
Cœlodus sp.
Palæobalistum Ponsorti Heckel.

2° Acanthoptérygiens

Pseudolates Heberti Gervais sp.

Cette faune ichthyologique est essentiellement crétacée. Certains de ses éléments : *Scapanorhynchus? (Odontaspis) subulatus* Ag. sp. et *Lamna appendiculata* Ag. sp. se trouvent à tous les niveaux du Crétacé supérieur. *Pseudocorax affinis* Ag. sp. est répandu dans tout le Sénonien supérieur à partir des couches à *Belemnitella mucronata ; Corax pristodontus* Ag. existe dans le Sénonien supérieur et est représenté dans le Danien proprement dit de Scandinavie par une espèce très voisine, *Corax Lindstromi* J. W. Davis. J'ai rapporté

(1) Agassiz. p. 29, pl. 6.
(2) Heckel. *Loc. cit.*, p. 265-267, pl. XV, fig. 1.
(3) G.-A. Boulenger. Catalogue, I, p. 362-364.
(4) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, 1898, pp. 229-243.

avec doute au genre *Oxyrhina* de petites dents incomplètes du Mont-Aimé qui paraissent rappeler de petites espèces crétacées. *Anomoeodus subclavatus* Ag. sp. se trouve dans le Sénonien supérieur et le Danien. Le genre *Coelodus*, représenté dans ces assises montiennes par une espèce indéterminée, débute dans le Jurassique pour se terminer avec le Crétacé supérieur.

Mais bien qu'ayant le cachet crétacé, la faune ichthyologique montienne a cependant quelques affinités tertiaires. *Lamna serra* A. S.-Woodw. a des analogies avec *Lamna Vincenti* Winkler sp. du Tertiaire inférieur. Le genre *Palæobalistum* s'éteint seulement dans l'Eocène du Monte-Bolca avec *P. orbiculatum* Blainv. Enfin, *Pseudolates Heberti* Gervais sp. est le premier représentant des Serranidés qui prennent un si grand développement dans l'Éocène du Monte-Bolca. Cette famille, ainsi que la plupart des autres familles de la grande division des Acanthoptérygiens Perciformes, caractérisée par la présence de cinq rayons mous aux ventrales, n'apparaît qu'avec l'Éocène. Dans le Crétacé supérieur il y a d'autres Acanthoptérygiens à peu près semblables : ce sont ceux de la famille des Bérycidés, qui possèdent aux ventrales plus de cinq rayons mous. Il y a aussi dans le Crétacé supérieur des Acanthoptérygiens Perciformes et des familles des Sparidés et des Squamipennes. Mais *Pseudolates Heberti* est, dans l'état actuel de nos connaissances, le plus ancien des Perciformes typiques (Percidés, sens étendu). Sa présence dans le Montien inférieur indique que les assises montiennes, bien que devant être rangées dans la série crétacée, forment le lien entre cette série et le Tertiaire inférieur.

EXPLICATION DES PLANCHES X ET XI

Planche X

Fig. 1-5. — *Lamna serra* A. Smith Woodward. Dents antérieures. — Fig. 1-3. Dents vues par la face interne. — Fig. 4-5. Dents vues par la face externe. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection géologique de l'Institut catholique de Paris.

Fig. 6. — *Pseudocorax affinis* Agassiz sp. (*Sphyrna plana* Hébert). Dent vue par la face interne. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection géologique de l'Institut catholique de Paris.

Fig. 7. — *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris, n° 10.666.

Fig. 8. — *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection Munier-Chalmas, Sorbonne.

Planche XI

Fig. 1. — *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Musée d'histoire naturelle de Paris, n° 10.661.

Fig. 2. — *Palæobalistum Ponsorti* Heckel. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris, n° 10.645.

Les échantillons ont été représentés grandeur naturelle et sans retouches.

AGE DE LA PLAINE DE LA GARONNE, EN AMONT ET EN AVAL DE TOULOUSE

par M. **Édouard HARLÉ.**

La Garonne, depuis Cazères, à la sortie des Pyrénées, jusqu'au département de la Gironde, coule dans une plaine de plusieurs kilomètres de largeur, formée de gravier reposant, à quelques mètres de profondeur seulement, sur de la marne miocène ou oligocène (1). Mais, tandis que, en amont de Toulouse, elle s'y est encaissée dans la marne, en une étroite tranchée de 10 à 20^{m} de profondeur, elle coule, en aval, presque à son niveau pendant les eaux basses et la recouvre pendant les crues. La plaine d'amont et la plaine d'aval ont-elles été formées en même temps? Pour m'en rendre compte, j'ai essayé de préciser les gisements où ont été recueillis, dans les alluvions de cette vallée, des restes d'animaux quaternaires.

A Toulouse et en amont, le seul animal caractéristique du Quaternaire que l'on ait trouvé dans les alluvions de la Garonne est l'*Elephas primigenius*. Il est possible d'en préciser plusieurs gisements :

A Capens, à 35 kilomètres en amont de Toulouse, on a trouvé une molaire de cet Eléphant dans le gravier de la plaine en question (2) : la *Plaine inférieure* de la note que j'ai publiée dans le *B. S. G. F.*, 1895, p. 490, sur la Garonne entre Cazères et Toulouse (3).

La ballastière de Pinsaguel, exploitée le long du chemin de fer de Toulouse à Foix (kilomètre 15), dans une plaine de gravier située entre la Garonne et l'Ariège, à 12 kil. en amont de Toulouse, a donné de nombreuses molaires d'*Elephas primigenius* (4). Le gravier de cette ballastière provient, à mon avis, de la Garonne, ainsi que

(1) Dans le département de la Gironde et en amont de Cazères, la Garonne a creusé sa vallée dans le rocher, qui a gêné son action, d'où est résulté que la vallée est moins large et que la plaine et les terrasses sont moins étendues.

(2) Noulet. *Mém. Acad. Sc. de Toulouse*, 1854, p. 125.

(3) Je rappelle que, en remontant le versant gauche de la vallée, on trouve successivement : la *Plaine inférieure*, la *Terrasse inférieure*, la *Terrasse supérieure* et enfin les graviers du haut du coteau.

(4) Noulet. Notes manuscrites prêtées par M. Cartailhac, et par le Muséum de Toulouse.

le démontre l'abondance de ses cailloux de quartzite vert. D'après le nivellement du service du chemin de fer, avant le début de l'exploitation de cette ballastière, le sol s'y élevait à l'altitude de 156m. Sur la rive opposée de la Garonne, le chemin de fer de Toulouse à Bayonne est tracé sur la vaste *Plaine inférieure* qui, en face de la ballastière en question, est aussi, d'après le nivellement du chemin de fer, à l'altitude 156m. La ballastière de Pinsaguel appartient donc à la *Plaine inférieure*.

La petite plaine sur laquelle est bâtie la ville de Toulouse a donné plusieurs dents d'*Elephas primigenius* : En creusant un égout, boulevard de Strasbourg, on a trouvé une défense très recourbée qui appartient, je crois, à cette espèce d'Eléphant (Muséum de Toulouse). D'après le nivellement de la ville, l'altitude de la surface du sol, en ce point, était 141m. La rive opposée de la Garonne, en face de ce boulevard, est représentée en profil dans ma note précitée, p. 493 (du kil. 9 au-delà). On voit que la *Plaine inférieure* y est à l'altitude 139m, sensiblement égale à celle du boulevard de Strasbourg, et la *Terrasse inférieure* à l'altitude 152 ou 153m, bien plus élevée. Le fond de marne de cette terrasse, situé à l'altitude 145m50 (1), est aussi plus élevé. Le gisement de la défense en question appartient donc à la *Plaine inférieure*. Dans la même ville, le Jardin des Plantes et la ballastière de Lalande, où ont été trouvées des molaires d'*Elephas primigenius* (2), appartiennent aussi à cette Plaine. Le Jardin des Plantes, dans la partie qui comprend le Jardin botanique où la dent d'*Elephas primigenius* a été découverte en creusant un puits, est à 143m, ainsi qu'il résulte du nivellement de la ville, tandis que, à la ballastière de Lalande, située à 4 kil. (côté Bordeaux) de la gare de Toulouse, le terrain, avant toute exploitation, était à 134m d'après le nivellement du chemin de fer. Les différences de ces altitudes avec celle du boulevard de Strasbourg sont à peu près ce qui résulte de la pente de la vallée.

L'on m'a cédé une molaire d'*Elephas primigenius* trouvée à Cornebarieu, près Toulouse, dans les alluvions de l'Aussonnelle, plus basses et par suite moins anciennes que la *Terrasse inférieure* dans laquelle ce ruisseau a creusé sa vallée.

Je ne cite que pour ordre l'os du carpe d'Eléphant trouvé près d'un hameau de la commune de Muret, appelé indifféremment Statens ou Estantens, au sommet du coteau, à une centaine de mètres au-dessus de la Garonne, dans un ancien marais, et les molaires

(1) Niveau au kilomètre 11, d'après des sondages dans une ballastière.
(2) Muséum de Toulouse, gisements précisés par son directeur M. Trutat.

d'*Elephas primigenius* découvertes dans l'argile produite par le ruissellement, l'une dans le vallon de Vieille-Toulouse et deux autres sur le coteau de Guilhemery, à Toulouse, au bord de la route de Castres. Leurs gisements n'ont en effet aucun rapport avec les alluvions dont je m'occupe.

Noulet et M. Boule avaient remarqué que, dans la région de Toulouse, les restes d'*Elephas primigenius* n'ont été recueillis dans des alluvions qu'à peu de hauteur au-dessus du fond des vallées. Je crois pouvoir conclure de la liste qui précède que, dans la vallée de la Garonne, à Toulouse et en amont, ces restes caractérisent la *Plaine inférieure*.

J'ai réussi à préciser beaucoup de gisements d'animaux caractéristiques du Quaternaire dans les alluvions à l'aval de Toulouse. On a trouvé :

A Grenade, 20 k. en aval de Toulouse, une molaire d'*Elephas primigenius*, dans le sol même de la ville, dans le gravier d'un lambeau de la première terrasse, qui s'élève au-dessus de la plaine de la Garonne, qu'elle domine d'une dizaine de mètres. (Noulet, *Mém. Acad. Sc. Toulouse*, 1854, p. 125).

A Moissac, une molaire de *Rhinoceros tichorhinus*, au bas du coteau, mais plus haut que la plaine commune à la Garonne et au Tarn (Leymerie, *Mém. Acad. Sc. Toulouse*, 1851, p. 393).

A Layrac, molaires d'*Elephas*, dans les graviers qui recouvrent la vallée du Gers, à l'embouchure de cette rivière dans la Garonne, à quelques mètres au-dessus du lit actuel de ces deux cours d'eau (Noulet, *loc. cit.*). C'est, je pense, d'après ces indications, dans la terrasse qui domine immédiatement la plaine commune à ces deux rivières.

A Grand-Fonds, commune de Castelculier, un os d'*Elephas* et une mâchoire de *Rhinoceros tichorhinus* (Musée d'Agen), dans une gravière située entre la route nationale et le coteau et par conséquent dans la terrasse qui domine immédiatement la plaine.

A Agen, des molaires d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus*, dans la tranchée du canal, au pied du coteau, à droite de la plaine (Noulet, *loc. cit.* et Muséum de Toulouse).

Dans les gravières du Passage, faubourg d'Agen situé sur la rive gauche de la Garonne, plusieurs dents d'*Elephas primigenius* et une magnifique tête de Bison (1). M. Dombrowski, directeur du Musée

(1) Parmi les nombreux restes de Bovidés quaternaires du Sud-Ouest de la France que j'ai vus (grottes et alluvions), aucun ne peut être attribué avec certitude au *Bos primigenius*, tandis que plusieurs, provenant de dix gisements, sont certainement de Bison (*Soc. Hist. nat. Toulouse*, 6 juillet 1892, et observations ultérieures).

d'Agen, où sont conservés ces échantillons, m'a appris que plusieurs des dents d'*Elephas primigenius* et la tête de Bison proviennent de la terrasse qui domine immédiatement la plaine de la Garonne, au lieu dit Pounchoun, au-dessus du Passage. Une défense provient de Doulmayrac, même terrasse. M. Dombrowski croit que les autres restes d'*Elephas primigenius* étiquetés *Passage* proviennent aussi de cette terrasse.

Dans les gravières de Feugarolles, une molaire d'*Elephas primigenius* (Musée de Nérac). Feugarolles est sur la terrasse qui domine immédiatement la plaine de la Garonne, à gauche.

Dans les gravières de Damazan, plusieurs dents d'*Elephas primigenius* (Musée d'Agen et de Nérac). Dans les gravières de Lompian, en aval de Damazan, une molaire d'*Elephas primigenius* (Musée de Nérac). Dans celles de Vignes, en aval de Lompian, une molaire de *Rhinoceros tichorhinus* (Musée de Nérac). Toutes ces gravières sont sur la terrasse qui domine d'une douzaine de mètres la plaine de la Garonne, à gauche.

A la limite des communes de Lagruère et du Mas d'Agenais, une défense d'*Elephas* et une molaire de *Rhinoceros tichorhinus* (Muséum de Bordeaux). Ces restes ont été découverts, en creusant le canal latéral, dans un grand banc de gravier qui est à 15^{m} environ au-dessus de la Garonne.

Au Roc de Catalan (Petit-Mayne sur la carte d'Etat-Major), près de Marmande, une molaire d'*Elephas primigenius* (Muséum de Bordeaux) dans la terrasse qui domine immédiatement la plaine de la Garonne.

A Hure, à la limite des départements du Lot-et-Garonne et de la Gironde, une molaire d'*Elephas primigenius* (Muséum de Bordeaux) et des restes de *Rhinoceros*. Ces derniers, tout au moins, ont été découverts en creusant le canal latéral (*Soc. Linnéenne de Bordeaux*, 1845, p. 87). Hure et le canal sont au pied du coteau, rive gauche, auprès de la plaine.

Les renseignements que je viens d'énumérer prouvent que, en aval de Toulouse, l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhinus* ne se trouvent pas dans la plaine, mais dans la terrasse qui la domine immédiatement. J'ai montré plus haut que, à Toulouse et en amont, l'*Elephas primigenius* caractérise la *Plaine inférieure*. On doit conclure que la terrasse qui domine immédiatement la plaine, en aval de Toulouse, est contemporaine de la *Plaine inférieure* de l'amont de cette ville. Par suite, la plaine de la Garonne, en aval de Toulouse, correspond à l'encaissement étroit de cette rivière à

l'amont. Ainsi, tandis que, à la suite du règne de l'*Elephas primigenius*, la Garonne se creusait, en amont de Toulouse, un lit étroit dans la marne de la *Plaine inférieure*, elle continuait, en aval de Toulouse, à s'étendre et à creuser son lit dans la marne, sur plusieurs kilomètres de largeur (1). Au lieu de divaguer en amont et en aval de Toulouse, comme au temps de l'*Elephas primigenius*, elle n'a plus divagué qu'en aval.

Il est probable que cette différence dans le régime de la Garonne en amont et en aval de Toulouse, est due, au moins en partie, à l'Ariège qui, près de Toulouse, se jette dans la Garonne et double presque son volume. Grâce à cet apport, quand le climat est devenu moins humide, à la fin du règne de l'*Elephas primigenius*, les crues de la Garonne ont continué néanmoins à déborder sur la plaine en aval de Toulouse. La Garonne a pu ainsi continuer à changer brusquement de lit (2). Grâce à la hauteur de l'eau due à son grand volume, le courant a été encore rapide malgré la pente plus faible qu'en amont : il a suffi à corroder ses bords, formés de cailloux bien réduits par leur long parcours et de beaucoup de sable. La Garonne a continué à se déplacer dans la plaine, sans se fixer (3). En amont de Toulouse, au contraire, elle n'a plus eu, je pense, assez d'eau pour déborder au loin. Elle a peu corrodé ses berges. Elle a changé difficilement de lit. Elle a coulé au même emplacement assez longtemps pour s'y encaisser dans son fond de marne et, dès lors, fixée par des berges résistantes, elle s'est encaissée sur place de plus en plus (4).

(1) Ainsi, par exemple, la largeur de la Garonne entre berges insubmersibles de marne est, à Saint-Julien, dans la partie en amont de Toulouse, 130m, tandis que la plaine recouverte par les grandes crues, en aval de Toulouse, a 3600m de large à Castelsarrasin et 4300 à Marmande.

(2) Ce fait se réalise encore quelquefois malgré les travaux des riverains. Ainsi, à Malause, pendant la crue du 24 juin 1875, la Garonne s'est crée un nouveau lit à un kilomètre et demi de l'ancien, qu'elle a complètement abandonné sur quatre kilomètres.

(3) D'après un mémoire de M. Baumgarten, sur la partie de la Garonne comprise entre l'embouchure du Lot et le département de la Gironde (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1848, 2e semestre, p. 8) : « La basse plaine (dans cette partie) est l'œuvre du régime actuel de la Garonne, elle se forme et se détruit sous nos yeux ; elle est le produit des alluvions de la rivière qui, livrée à elle-même, occuperait successivement toutes les parties de sa largeur de 4 kilomètres ».

Je dois faire observer que, avant d'avoir reçu le Lot, la Garonne a une tendance bien moindre à divaguer.

(4) J'ai lu que les terrasses sont créées par des rivières qui, à cause de la proximité soit de la mer ou du lac où elles aboutissent, soit d'un barrage de rocher en

L'influence de l'Ariège est montrée par ce fait que le changement dans la vallée commence dès l'embouchure même de cette rivière, qui est, non pas exactement à Toulouse, mais à quelques kilomètres en amont. Dès cette embouchure, la Garonne s'élargit. En outre, ses rives s'abaissent et deviennent submersibles par les très grandes crues ; mais (contrairement à ce qui a lieu en aval de Toulouse) elles se terminent, du côté de la rivière, par une berge basse de marne : après avoir divagué longtemps depuis le règne de l'*Elephas primigenius*, la Garonne, dans cette partie, commence à s'encaisser.

Chaque vallée, chaque portion de vallée, a son histoire particulière. Il est dangereux de généraliser.

aval, ne peuvent creuser leur lit verticalement et par suite, dépensent leur énergie à corroder leurs berges latéralement. Cette théorie ne me semble pas expliquer pourquoi la Garonne a créé la Plaine en amont de Toulouse, plus de 200 kilomètres en amont de tous barrages en rocher et 350 de la mer, ni pourquoi, depuis, elle y a creusé son lit verticalement au lieu de continuer à divaguer. Il faudrait admettre que, au temps de l'*Elephas primigenius*, la mer s'étendait bien plus près de Toulouse et que toute la région s'est exhaussée depuis, hypothèses inexactes comme je l'ai montré. (*B. S. G. F.*, 1894, p. 532).

Séance du 20 Juin 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT
PUIS DE M. LEON JANET, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **Stanislas Meunier** adresse à la Société son ouvrage récemment paru : *Nos Terrains*, 4°, 198 pages, 24 pl. en couleurs.

M. J. Bergeron offre à la Société, de la part de M. **R. Zeiller**, un mémoire ayant pour titre : *Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève* (Extrait du Bull. du Muséum de Marseille, t. I, fascicule II). Bien que la localité de Lodève soit remarquablement riche en végétaux, la flore en était jusqu'à présent mal connue. Le mémoire de M. Zeiller comble une vraie lacune. De plus, M. Marion doit faire paraître dans le même recueil un mémoire sur les Gymnospermes des mêmes assises. Nous aurons donc bientôt une monographie des plus complètes de la belle flore de Lodève.

M. **Albert Gaudry**, en présentant un mémoire de M. **Capellini**, fait les remarques suivantes :

Notre éminent confrère de Bologne, M. Capellini, me prie de faire hommage, en son nom, à la Société géologique, d'un nouveau travail *sur la Protosphargis veronensis*. Il y a longtemps déjà, on a trouvé dans la Scaglia de Vérone un reptile dont la détermination suscita des controverses. M. Capellini reconnut que ce devait être un ancêtre de la Sphargis actuelle. Comme la Sphargis est une Tortue moins ossifiée, par conséquent moins différenciée ou, en d'autres termes, moins Tortue que les autres, son histoire paléontologique est particulièrement intéressante, car elle peut jeter de la lumière sur la manière si spéciale dont les Tortues se sont enveloppées par leur squelette pour former des créatures très différentes de toutes les autres. MM. Cope, Seeley, Dollo, Baur se sont occupés des parentés des Sphargis. M. Capellini a entrepris de nouvelles études sur la *Protosphargis veronensis*, et, comme M. Baur l'avait pressenti, il a reconnu qu'elle avait des pièces marginales. La restauration qu'il donne dans son dernier mémoire indique une

forme voisine du *Protostega* de Cope et diminue l'intervalle entre les *Sphargis* et les *Chelone*.

Sans doute les Tortues ont dû commencer par être moins enveloppées que les *Testudo*, et, à l'origine, elles ont passé par un stade peu différent de *Sphargis*. Mais, de même que les Céphalopodes ont eu à leur début des formes droites (*Orthoceras*) et des cloisons simples (*Goniatites*, *Ceratites*), et qu'après des complications successives, plusieurs d'entre eux sont revenus à des formes droites (*Baculites*) et à des cloisons assez simples (*Tissotia*), il se peut que certaines Tortues soient retournées aussi, après de longues transformations, à la forme simple de leur début. *Protostega* du Crétacé supérieur d'Amérique et *Protosphargis* du Crétacé supérieur d'Europe marqueraient un commencement de retour vers la forme simple que les premières Tortues ont dû avoir.

M. **Albert Gaudry** s'exprime ensuite en ces termes :

Dans la séance du 20 décembre 1897, j'ai transmis à la Société géologique le vœu exprimé par le Congrès géologique international réuni à St-Pétersbourg pour l'enseignement de la Géologie dans les classes supérieures des lycées. Comme le Congrès avait chargé les délégués de chaque pays de transmettre ce vœu à leur Gouvernement respectif et que j'étais président de la délégation du Ministère de l'Instruction publique, j'ai cru que c'était mon devoir de tâcher de faire accueillir le vœu du Congrès. J'ai rencontré un si bienveillant accueil auprès des Directeurs du Ministère et de plusieurs des membres les plus éminents du Conseil supérieur de l'Instruction publique que j'ai quelqu'espoir. Si nous réussissons, nous le devrons en grande partie à M. Mangin, représentant de l'enseignement de l'Histoire naturelle dans le Conseil supérieur. Mon ami M. Priem, qui a écrit de belles pages sur l'importance des études géologiques, a bien voulu me mettre en rapport avec son confrère de l'Enseignement secondaire, M. Mangin. Ce savant professeur a pris notre cause en main ; il l'a portée avec éloquence devant le Conseil supérieur. Quoi qu'il advienne, notre Société devra garder un souvenir reconnaissant de son dévouement désintéressé.

A la suite de la communication de M. Albert Gaudry, la Société géologique prie son bureau d'être l'interprète de sa reconnaissance auprès de M. Mangin.

Le Président remercie M. Gaudry de sa nouvelle démarche en faveur de l'enseignement de la géologie; il se charge de transmettre à M. Mangin l'expression de la vive reconnaissance de la Société.

M. **Depéret** estime que le programme de l'Enseignement du P. C. N. devrait comporter aussi des notions de géologie. Il pense qu'il faudrait également s'en préoccuper.

M. **Munier-Chalmas** appuie la motion de M. Depéret.

M. **Depéret** présente, au nom de leurs auteurs, les deux ouvrages suivants :

Etudes stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc, par M. **F. Roman**.

Ce travail, qui est une thèse de doctorat ès-sciences de l'Université de Lyon, contient des résultats nouveaux et importants, relatifs à une région qui a pourtant déjà donné lieu à de nombreux travaux. Il faut signaler en particulier la reconnaissance des deux faciès pélagique et coralligène du Tithonique, faciès juxtaposés au pied du massif ancien des Cévennes et la description monographique des espèces de Mollusques du faciès coralligène à *Terebratula moravica*, étude qui n'avait pas encore été faite pour les gisements français. La description de l'Eocène et de l'Oligocène d'eau douce ou lagunaire contient aussi d'importants faits nouveaux. Il en est de même pour le Miocène marin où les deux étages méditerranéens sont distingués et suivis pour la première fois.

Description des Ammonites de la zone à Peltoceras transversarium *de Trept* (Isère), par M. **de Riaz**.

M. de Riaz, suivant la trace féconde des géologues lyonnais, tels que Dumortier, Thiollière, Falsan, Fontannes, etc., publie, entièrement à ses frais, une luxueuse monographie des Céphalopodes de l'Argovien du plateau de Crémieu-Morestel, spécialement de la localité de Trept, aussi riche que la localité classique de Birmensdorf en Argovie. Les *Perisphinctes* qui constituent le genre dominant de cette faune sont souvent représentés par des individus de grande taille, figurés à la grandeur naturelle; on y compte plusieurs espèces nouvelles de ce genre déjà très nombreux et très étudié. Les *Phylloceras*, *Neumayria*, *Peltoceras*, *Aspidoceras* sont, après les *Perisphinctes*, les genres les plus importants de cette faune qui ne peut manquer de devenir rapidement classique et pour l'étude de laquelle les géologues français étaient jusqu'ici tributaires des travaux étrangers.

SUR L'ORIGINE DES CAILLOUTIS PLIOCÈNES ALPINS DE LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA BRESSE

par M. Ch. DEPÉRET.

Dans une Note intéressante (*B. S. G. F.*, t. XXVI, p. 57), M. Boistel qui étudie si consciencieusement les environs d'Ambérieu, vient de reprendre la question de l'origine et du mode de transport des *cailloutis alpins* de l'époque du Pliocène supérieur, qui couvrent le plateau de la Dombes et les régions adjacentes de la Bresse jusqu'aux environs de Treffort, le long de la bordure du Jura. Notre confrère s'efforce d'établir que ces cailloutis proviennent tous directement d'un Rhône pliocène débouchant par la trouée actuelle de Lagnieu et faisant à cette époque un énorme méandre de plus de 40 kilomètres vers le nord avant de s'infléchir vers le sud dans la direction de Lyon. On sait que nous avons été au contraire amenés, M. Delafond et moi, à établir (sans nier pourtant l'intervention partielle d'un fleuve analogue au Rhône), qu'une partie de ces cailloutis avait suivi la voie des vallées calcaires du Jura méridional, telles que l'Ain, le Suran, les dépressions transversales de Ceyzériat et de Treffort, pour déboucher dans la Bresse et y constituer par leur réunion le grand plateau caillouteux de la Dombes. Le fait capital de l'origine jurassienne de ces cailloutis, composés en majeure partie de quartzites triasiques identiques à ceux de la Maurienne, nous a paru complètement établi pour les cailloutis du bois de Charmontay (1) qui descendent de la région de Poncin, pour les nappes plus basses et en conséquence un peu plus récentes qui suivent la pente de la vallée du Suran à partir du hameau de Fromente, pour les cônes de déjection placés en face des cluses de Ceyzériat et de Treffort. Toutes ces nappes de quartzites alpins *s'amorcent assez profondément dans l'intérieur des vallées jurassiennes*

(1) M. Boistel pense que les cailloutis du bois de Charmontay sont de l'époque du Miocène supérieur et sont intercalés dans les sables mollassiques du Pontien. Je n'ai pas revu depuis longtemps ces cailloutis qui nous avaient paru raviner le Miocène et que nous avions en conséquence rapportés au Pliocène supérieur. Je me fais un plaisir de revoir, en compagnie de M. Boistel, ce point particulier dont la solution n'entraîne nullement l'âge des autres nappes de cailloutis pliocènes du Bugey.

dont elles suivent presque exactement la pente générale, pour n'avoir laissé à notre esprit aucun doute sur cette voie d'arrivée. Il nous paraît totalement impossible d'admettre (et c'est une hypothèse que nous avons discutée dans *la Bresse*, p. 225) que le courant du Rhône pliocène ait pu ainsi pénétrer par d'énormes remous allant du sud au nord, aussi loin dans l'intérieur des vallées calcaires du Bugey : la pente générale de ces nappes de cailloutis s'oppose également à cette hypothèse.

La traversée des cols et des hautes vallées du Bugey par les cours d'eau pliocènes qui ont amené ces cailloutis alpins dans la Bresse nous semble d'autant plus nécessaire, que des faits analogues se reproduisent dans le Jura du Doubs pour les cailloutis siliceux (d'origine vosgienne ou peut-être rhénane) qui constituent les magnifiques cônes de déjection de la forêt de Chaux et de la forêt d'Arne. La présence de poches remplies de ces cailloutis siliceux à de grandes hauteurs, jusque près de la citadelle de Besançon, est une démonstration précise de la traversée du Jura, à l'époque pliocène, par des courants qui charriaient des roches siliceuses étrangères à ce massif calcaire.

C'est là en réalité le fait important : quant à l'*hypothèse glaciaire* que nous avons cru pouvoir hasarder (sans d'ailleurs avoir trouvé dans le Jura les moraines pliocènes, comme le dit avec raison M. Boistel) pour expliquer le *transport préalable* de ces quartzites alpins dans les hautes vallées du Bugey, elle n'est à notre sens que d'une nécessité tout-à-fait secondaire, et nous serions même aujourd'hui assez disposés à l'abandonner, ou du moins à la transformer de la manière suivante, plus conforme aux observations des géologues suisses, tels que MM. Heim, du Pasquier, etc. Les cailloutis pliocènes ou alluvions des hauts plateaux de la Suisse centrale (*Deckenschotter*) sont associés, comme on le sait, à des dépôts morainiques contemporains, tels que ceux de l'Utliberg, près de Zurich. L'altitude de ces hautes moraines de la *Deckenschotter* est parfaitement suffisante pour que les nappes de cailloutis qui en proviennent aient pu suivre, à l'époque pliocène, par dessus la dépression actuelle de la plaine suisse, un plan incliné qui les a amenés dans quelques cols du Jura et de là très facilement dans les vallées de ce massif, puis enfin jusque dans la Bresse. La seule modification à notre première hypothèse consiste donc à placer les moraines pliocènes, point d'origine première de nos cailloutis bressans, non plus dans le massif du Bugey lui-même, mais sensiblement plus en arrière sur les hautes collines mollassiques de la région subalpine

de la Suisse et de la Savoie. La grande altitude des cailloutis pliocènes dans les Alpes du Dauphiné (plus de 1000m sur les flancs du Graisivaudan, observation de MM. Depéret et Kilian) contribue à rendre, à nos yeux, ce transport des quartzites alpins par dessus le Bugey, tout-à-fait vraisemblable.

M. **Boistel** se félicite de se trouver d'accord avec M. Depéret sur les points principaux qu'il a discutés, l'absence de glaciers pliocènes sur les derniers contreforts ouest du Bugey et l'attribution au Rhône d'une partie au moins des apports considérés. La nouvelle explication proposée par notre savant confrère mérite l'attention la plus sérieuse; quand elle sera précisée, il sera très intéressant de la voir appuyée par des observations pour lesquelles l'éminent auteur ne manquera pas d'apporter sa grande autorité et son expérience consommée en ces matières. Il s'agira de trouver des traces du chemin parcouru par les cailloutis en question. A la rigueur, l'Ain aurait pu, par lui-même ou ses affluents supérieurs, récolter les galets pliocènes qui auraient franchi la grande chaîne du Mont Jura proprement dit par des cols à 1300 m. d'altitude. Mais du moins, l'immense quantité de matériaux qui auraient dû suivre cette voie pour aller couvrir toute la Dombes jusqu'à Lyon, devrait avoir laissé quelques témoins de son passage. Or, jusqu'à présent, on n'a pas trouvé de cailloutis alpins, même quaternaires, dans cette vallée au-dessus de l'embouchure de l'Oignin. Surtout il faudra expliquer comment les cailloutis ont atteint la vallée du Suran, plus élevée que celle de l'Ain et cantonnée à l'ouest de toutes les chaînes du Jura sauf une; car c'est à cette vallée qu'on fait jouer le principal rôle. M. Depéret semble bien admettre qu'il n'y a pas eu depuis le Pliocène supérieur de modifications profondes dans l'orographie générale des terrains secondaires de la région; l'observation faite par lui « sur les flancs du Graisivaudan » suppose que cette vallée présentait déjà sa structure actuelle, et l'on ne voit pas pourquoi l'on refuserait le même privilège à la vallée du Rhône et aux régions voisines. On trouvera peut-être d'ailleurs que cet appareil grandiose et compliqué est un peu solennel pour expliquer deux petits cônes de déjection à Treffort et à Ceyzériat, que j'ai cru pouvoir rattacher à un glaciaire quaternaire plus rapidement épuisé à raison de son peu d'épaisseur. Quant aux cailloutis du bois de Charmontay et du bois de Fromente, j'ai démontré que le premier est bien sûrement contemporain de la mollasse tortonienne qui le supporte et que le second a probablement la même origine. Je n'ai qu'à me référer sur ce point aux développements donnés dans le Bulletin, *suprà* p. 73 et suiv.; cf. *ibid.*, p. 19 et suiv.

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE RELATIVEMENT AUX OBSERVATIONS FAITES DANS UNE MISSION RÉCEMMENT ACCOMPLIE DANS L'ISTHME DE PANAMA

par M. **Ph. ZÜRCHER.**

Grâce aux travaux exécutés depuis plus de trois ans par la nouvelle compagnie dans le but d'arriver à une connaissance aussi complète que possible de la constitution des terrains à déblayer pour la construction du canal, les observations, jusqu'ici rendues très difficiles par l'abondance de la végétation, ont été rendues relativement aisées.

M. Zürcher a trouvé une très utile initiation dans une note de M. Douvillé (1), rédigée après étude des matériaux rapportés de l'isthme par M. Canelle, note dont les nouvelles observations n'ont fait que corroborer et compléter les conclusions.

Dans la tranchée de la Culebra et dans son prolongement vers Imperador, au-dessus d'un système très puissant de marnes plus ou moins sableuses, de poudingues et conglomérats bleus et gris, mal stratifiés et probablement déposés dans des eaux assez agitées, on observe, par places, des couches fossilifères marines indiquant une plus grande tranquillité, puis un horizon bien net de lignites, symptôme d'un retour d'eaux douces dont le fait est encore démontré par la présence de quelques fossiles lacustres, de vestiges de bois et de végétaux. Au-dessus, en concordance, s'étendent des bancs bien réglés de marnes et argiles rouges et parfois verdâtres qui couronnent la série.

Tout cet ensemble a été traversé par des roches éruptives que l'on peut observer en couches interstratifiées, en dykes, en cheminées, et enfin en masses épanchées à la partie supérieure et montrant à côté de parties simplement solidifiées des tufs et conglomérats de grande importance.

Le système inférieur aux lignites, que l'on peut bien observer à la Culebra, paraît ne présenter que de rares affleurements dans

(1) *C. R. Ac. Sc.*, 2 mars 1891

l'Isthme. Il en est autrement des marnes et assises supérieures que l'on rencontre en de nombreux points. Les basaltes et leur cortège forment également une grande partie du sol et constituent en particulier les « Cerros », petits monticules à fortes pentes semés avec une irrégularité extrême dans la région et qui donnent un caractère très spécial à la topographie.

Les couches marines immédiatement inférieures aux lignites de la tranchée de la Culebra sont peut-être d'un niveau voisin de celui des Grès d'Alajuela, puissants dépôts que l'on rencontre dans la haute vallée du Chagres. L'étude des fossiles que M. Zürcher a pu y recueillir pourra permettre de préciser ces relations et de juger aussi, autant que possible, des rapports de ces grès avec les calcaires à Foraminifères de Peña Blanca, qui paraissent pointer en discordance dans une région où les couches du niveau supérieur de la Culebra affleurent en quelques points.

Ces formations sont recouvertes, du côté de l'Atlantique, par des marnes à fossiles marins souvent admirablement conservés.

Enfin, tantôt en masses superposées à tous ces terrains, tantôt dans une position plus spéciale, en terrasses, sans doute déposées par les cours d'eau antérieurs aux rivières actuelles qui les ont ravinées, on rencontre une formation d'argile plus ou moins sableuse, la plupart du temps d'une couleur rouge remarquable, et où malheureusement les restes organisés paraissent faire défaut.

STRATIGRAPHIE DU PERMIEN DANS LA RÉGION DES MAURES ET DE L'ESTEREL

par M. Ph. **ZÜRCHER.**

L'auteur signale l'existence de deux horizons distincts de marnes et schistes rouges, situés l'un au-dessous, l'autre au-dessus des grès et poudingues à galets de porphyre qui occupent une si grande surface au nord de Fréjus et du Muy et dans la grande dépression qui s'étend au sud du Muy.

La coupe est toujours la même, soit qu'on parte de l'Esterel, dans la vallée de Gurgalong, pour se diriger sur le Muy, soit qu'on s'avance vers le nord en partant des schistes anciens de la région de la Garde-Freinet et marchant vers le Luc; soit enfin qu'on suive

la succession des couches entre la dépression située au sud de Carnoules, où le Permien débute par ce banc curieux à débris non roulés de phyllades signalé par M. M. Bertrand dans la limite de la feuille de Toulon, et remontant vers le nord jusqu'à la station de Carnoules.

Les deux niveaux dont il vient d'être question sont presque en contact au nord du Muy, près de l'extrémité occidentale du massif porphyrique du Rouet, par suite de phénomènes tectoniques d'ailleurs assez simples; c'est cette pseudo-continuité qui avait semblé pouvoir faire assimiler les deux niveaux dont, au contraire, la distinction est absolue.

M. **Bresson** insiste sur l'*intérêt considérable qui ressort de la récente communication de M. Doncieux*, au point de vue de l'*homologie de régime* auquel ont été soumises la Provence et les Corbières à la fin des temps crétacés et au début de l'ère tertiaire.

Les dépôts fluvio-lacustres de l'époque du calcaire de Rognac marquent dans les Corbières le début d'une série ininterrompue, où, sur la feuille de Carcassonne, comme dans le bassin d'Aix, ont été reconnus depuis longtemps déjà les équivalents terme à terme, du Montien, du Thanétien, de l'Argile plastique, de l'Yprésien et du Calcaire grossier. Un travail détaillé montrera prochainement l'analogie entre les caractères pétrographiques et paléontologiques des formations lacustres de la Provence et des Corbières.

SUR LES GRÈS ROUGES DU DJURJURA

par M. **FICHEUR.**

La traversée du Djurjura, par le Col de Tirourda, au cours de la Réunion extraordinaire de 1896, a donné lieu, de la part de plusieurs membres de la Société, à des objections relatives à l'âge des grès rouges et schistes argileux que la route traverse entre les deux crêtes liasiques. Les analogies de facies ont laissé à M. Marcel Bertrand l'impression d'une série d'assises antéliasiques, du Houiller à l'Infra-Lias (1).

(1) Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de 1896, t. XXIV, p. 1135, 1139.

J'ai donné, à la suite de ces observations, une note résumant les relations stratigraphiques qui m'avaient amené à considérer les grès rouges comme postérieurs au Lias (1).

Depuis cette époque, j'ai continué les recherches détaillées pour les feuilles au 50.000e de la chaîne du Djurjura (Bouïra, Tazmalt), principalement dans la partie qui s'étend à l'est de Tirourda, vers le massif de Chellata, en cherchant à interpréter les hypothèses contraires. J'ai revu les pointements liasiques disparaissant sous la couverture des grès rouges, ainsi que je l'avais indiqué; et, sur le versant nord-ouest du Tizibert (Chellata), j'ai constaté à nouveau que les grès rouges occupent bien une cuvette synclinale liasique. (*Description géologique de la Kabylie du Djurjura*, p. 68 bis, fig. 2).

Sans insister davantage sur ces relations stratigraphiques, qui peuvent être soumises à discussion, je tiens à signaler une observation plus concluante dont l'importance ne peut échapper à ceux de nos confrères qui ont pu s'intéresser à cette question.

Dans une excursion récente, j'ai rencontré, au milieu des grès rouges, des bancs de poudingues analogues à ceux que j'ai signalés dans cette formation, mais renfermant, en certaine quantité, des galets roulés de calcaires à silex, et calcaires dolomitiques, au voisinage même de l'assise liasique en place, dans des conditions telles qu'il est impossible de se refuser à voir les éléments du Lias repris dans les grès rouges. Certains de ces galets sont empâtés dans le grès caractéristique.

Cette observation, faite près du col qui sépare le Djebel Taouialt de Ras Tigounatin, sur les contreforts du versant sud de la partie centrale du Djurjura (feuille de Bouïra, bordure est, près du point coté 1476), vient donner une preuve définitive de l'opinion émise sur l'âge jurassique des grès rouges et schistes du Djurjura.

Je tiens, au sujet des poudingues rouges du col de Tirourda, qui renferment exclusivement des graviers siliceux, à indiquer que ces poudingues ne sont pas les seuls à présenter des galets de silex noirs (phthanites) que M. M. Bertrand a considérés comme provenant des couches siliceuses intercalées dans les schistes. En étudiant à nouveau ces assises, j'ai pu m'assurer que les mêmes galets se rencontrent également dans les poudingues siliceux intercalés dans les schistes argileux, et au-delà des lits de phthanite. Leur origine doit donc être attribuée aux débris des filons de quartz lydien des schistes précambriens.

(1) Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de 1896, t. XXIV, p. 1142.

OBSERVATIONS AU MÉMOIRE DE M. HAUG SUR LE PORTLANDIEN, LE TITHONIQUE ET LE VOLGIEN

par M. W. KILIAN.

N'ayant reçu qu'il y a deux jours le fascicule du *Bulletin* dans lequel se trouve la belle étude de M. Haug sur le Portlandien, le Tithonique et le Volgien et n'ayant par conséquent pas le temps de préparer une réponse aussi détaillée que le mérite cet important et érudit article, M. Kilian tient néanmoins, tout en se réservant de revenir sur le sujet d'une façon plus approfondie dans une séance ultérieure, à présenter de suite quelques observations.

I. — Quoique se déclarant d'accord sur un grand nombre de points avec les vues si bien exposées par son savant confrère, M. Kilian maintient catégoriquement l'*équivalence du Berriasien avec le Valanginien inférieur du Jura*. Cette équivalence ne peut être niée par quiconque s'est donné la peine d'étudier *sur place* le Jura méridional et en particulier la cluse de Chaille. Les calcaires qui surmontent là les alternances purbecko-tithoniques signalées par M. Hollande et par Maillard sont bien incontestablement, et *par raison de continuité*, ceux qui forment pour tous les auteurs et pour Desor lui-même, la portion inférieure du *Valanginien classique* (1) du Jura Neuchâtelois (Marbre bâtard, Calc. à *Natica Leviathan*). Les Céphalopodes cités par M. Haug comme établissant le synchronisme des marnes à *Hopl. neocomiensis* du Midi et du Valanginien jurassien appartiennent *exclusivement* au *Valanginien supérieur* (limoniteux) de cette dernière région. Le Valanginien inférieur classique (2) (Calc. à *Natica Leviathan*, Nérinées, etc.) doit dès lors forcément correspondre à la zone à *Hoplites Boissieri*. Si l'on veut

(1) Des observations récentes faites près de Grenoble, au Chevallon, ont montré jusqu'à l'évidence, l'intercalation de nombreuses et très nettes lentilles calcaires blanches dans les couches à ciment de teinte plus foncée. Ces lentilles se multiplient vers le Nord (Fourvoirie) et le faciès calcaire finit par envahir toute la zone (Chaille).

(2) M. Kilian se propose de justifier par la citation détaillée des textes, cette allégation qu'il ne peut développer ici faute de place. [V. 1854. Desor. Sur l'Étage inférieur du groupe Néocomien (étage Valanginien). — (Bull. S. Sc. de Neuchâtel, t. III); 1859. Desor. Tableau des Formations géologiques du canton de Neuchâtel (Id., t. IV)].

respecter, ainsi que désire le faire M. Haug, la méthode historique dans l'établissement des étages, il est donc absolument logique et nécessaire de synchroniser le Berriasien avec le Valanginien inférieur et, par conséquent, de le maintenir dans le système crétacé.

II. — Dans cette zone à *Hopl. Boissieri* apparaissent, du reste, certains types de Céphalopodes déroulés inconnus dans le Jurassique et voisins de *Bochianites* (*Baculites*, *Ptychoceras*) *neocomiensis* d'Orb. sp. (v. Bull. Réunion à Sisteron, p. 709, en note) ainsi que de rares *Crioceras* déjà cités en 1888 dans la Description géologique de la Montagne de Lure.

Ce sont bien là des types « cryptogènes » !

M. Kilian estime que si plus de douze années d'études dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur du Midi l'ont conduit à considérer la faune berriasienne comme très voisine de la faune valanginienne, il paraîtra légitime qu'une *simple affirmation* ne suffise pas pour lui faire abandonner sa manière de voir, quelque grande que soit la confiance qu'il ait dans la sagacité et l'érudition de son éminent et excellent ami M. Haug.

III. — M. Kilian maintient également, après nouvel et minutieux examen, sa détermination de *Stephanoceras gracesiforme* Pavl. sp. (espèce citée du *Portlandien* du Hanovre et de France par M. Pavlow lui-même qui l'a retrouvée, il est vrai, dans des couches plus élevées) pour l'échantillon découvert par M. Paquier à St-Pancrasse.

Cette pièce intéressante sera figurée et soumise à l'appréciation de nos confrères ; elle ne peut en aucun cas se rapporter à *Steph. Irius*, ni à aucune de ses variétés figurées jusqu'à ce jour.

IV. — Enfin, M. Kilian fait des réserves sur la nature « *cryptogène* » de quelques formes de la zone à *Opp. lithographica*, telles que *Pygope janitor*, *Opp. pygilis*, *Opp. lithographica*, qui ont des précurseurs (*Opp. subpygilis* Font., etc.) dans les couches sous-jacentes, mais il admet que le genre *Waagenia* apparaît en effet brusquement à ce niveau dans le bassin du Rhône et se montre tout disposé à synchroniser cette zone avec les couches de Solenhofen (et le Portlandien inférieur) lorsque des listes de Céphalopodes auront confirmé le parallélisme des calcaires de Solenhofen et des calcaires à *Oppelia lithographica*, rendu très probable par les intéressantes considérations si clairement développées par M. Haug.

ÉTUDES SUR LA TECTONIQUE
SSIFS DE MARSEILLEVEYRE ET DE LA TÊTE PUGET

par M. E. FOURNIER

assifs de Marseilleveyre et de la Tête Puget sont situés
artie sud-ouest de la feuille de Marseille; ils forment, au
vue géologique, un ensemble dont les connexités sont si
qu'il est impossible de les étudier séparément. Les limites
hiques de cet ensemble sont : au nord, la plaine d'alluvions
eveine à Mazargues et la dépression de Vaufrèges-Carpiagne.
a bordure aptienne du bassin de Cassis. Au sud et à l'ouest

ucture de ces massifs avait paru au premier abord très
aussi jusqu'à ces dernières années cette région n'avait fait
'aucune publication autre que les cartes géologiques (1).
aminant la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$ (Feuille de Marseille),
t amené à conclure que cette région offre une telle unifor-
structure qu'elle est absolument dépourvue d'intérêt au
e vue tectonique; cette carte n'indique, en effet, dans les
en question, qu'une série de plateaux urgoniens dominant
et reposant sur le Néocomien, supporté lui-même du côté
rieur par du Jurassique supérieur.
allons voir par la suite que cette conception, à peu près
pour la partie centrale du massif, est absolument erronée

qu'en 1891, il n'existait comme documents géologiques sur les massifs de
veyre et de la Tête Puget que la *Carte géologique* au $\frac{1}{80000}$ (par
rand et Depéret), Feuille de Marseille, celle des *Environs de Marseille*,
Gourret et Gabriel et les quelques paragraphes que j'avais consacrés à
on dans un opuscule intitulé : *Esquisse géologique des Environs de*
(Achard, Marseille, 1890).
lors j'ai encore consacré deux notes sommaires à la description de
points spéciaux de la géologie de ces massifs : Note sur quelques nou-
nomènes de renversement observés dans les Environs de Marseille (*Feuille*
s Naturalistes, 1892, et Études stratigraphiques sur les calanques du lit-
Bouches-du-Rhône (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, juillet 1894). Enfin,
récente note sur La Tectonique de la Basse-Provence (*Feuille des Jeunes*
les, 1897), j'ai exposé les relations que les plis de cette région présentent
des régions voisines.

pour toute la partie périphérique de Marseilleveyre et pour la bordure sud-ouest de la Tête Puget, où il existe au contraire des plis renversés importants qui avaient passé jusqu'ici inaperçus par ce seul fait que, comme en beaucoup d'autres points de la Provence, des phénomènes en réalité complexes se présentent là avec l'apparence d'une grande simplicité.

Nous commencerons notre étude par la partie occidentale. Si l'on suit le petit chemin qui conduit de la Madrague de Montredon au hameau des Goudes, on rencontre à la sortie du village une série de bancs bien réglés d'un calcaire blanc à l'extérieur, à cassure jaunâtre ou grise, conchoïdale et à grain très fin ; ce calcaire contient, dans la carrière située à gauche du chemin (à 150m environ de la Madrague), de très nombreuses Nérinées et des sections d'*Heterodiceras Luci;* c'est donc bien le calcaire blanc portlandien J^{7-6}. Il forme une bande dont la largeur varie en projection horizontale de 200m à 40m et qui se poursuit sur tout le flanc septentrional de Marseilleveyre jusqu'à la Fontaine d'Ivoire, sur une longueur de plus de 5 kilomètres. Cette bande a été confondue avec le Néocomien (c_{III-V}) dans toute sa moitié occidentale sur la Feuille de Marseille.

Au-dessus, viennent des marnes vertes, grises et bleues feuilletées, contenant les fossiles du Valanginien : *Terebratula pseudojurensis, Cyprina valanginiensis, Cardium Voltzii*, etc., surmontées par un banc puissant d'un calcaire compact jaunâtre qui renferme avec *Terebratula prælonga*, de grosses Réquiénies ressemblant à *R. ammonia*. C'est sans doute la présence de cette Requiénie qui a causé la confusion de ces couches avec l'Urgonien; la Feuille de Marseille indique en effet de l'Urgonien à partir d'un point situé à environ 100m au sud des usines et qui est précisément le point où s'observe le calcaire néocomien à grosses Réquiénies. Au lieu d'Urgonien, il y a là non seulement du calcaire néocomien et des marnes valanginiennes, mais aussi du calcaire à *Heterodiceras*, qu'une petite faille de décrochement ramène le long du littoral en contact latéral

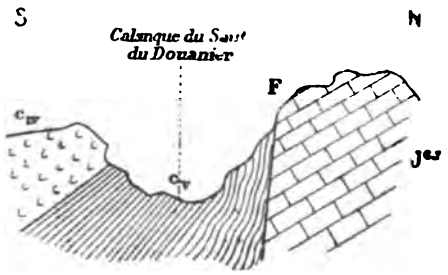


Fig. 1. — Coupe de la calanque du Saut du Douanier.

J^{6-7}, Calcaire à *Heterodiceras Luci* ; c_V, Marnes valanginiennes ; c_{IV}, Calcaire compact à *Tereb. prælonga* et grosses Réquiénies.

avec les marnes valanginiennes, dans la calanque du Saut du Douanier. En ce point, les marnes prennent une inclinaison très forte et sont froissées et laminées au contact de la faille ainsi que le montre la fig. 1.

Au-dessus du banc à grosses Réquiénies, on observe des marnes feuilletées jaunes ou roses contenant en abondance : *Exogyra Couloni, Toxaster ricordeanus, Lima massiliensis, Terebratula prælonga, Astarte allaudiensis* (1).

Le gisement le plus fossilifère est situé dans une petite calanque à 150m au N. de celle de l'Escalette ; les fossiles sont lavés par la mer et dans un état de conservation remarquable. La carte au $\frac{1}{80000}$ indique là encore l'Urgonien.

Cet Hauterivien se poursuit jusque dans la calanque de l'Escalette elle-même, où l'on recueille encore de nombreuses *Exog. Couloni* et des *Toxaster*.

Plus au sud, on pénètre dans les affleurements urgoniens. Cet étage est ici, comme dans toute la Basse-Provence, représenté par un calcaire blanc compact qui, en certains points, est pétri de *Requienia ammonia* avec *Toucasia Londsdalei, Monopleura trilobata.*

L'Urgonien forme tout le littoral jusqu'à l'anse de Mourgeret au S.-S.-O. des Goudes. En ce point, on voit s'appuyer sur les calcaires blancs urgoniens des calcaires marneux gris ou roux en plaquettes qui contiennent : *Plicatula placunea, Exogyra aquila, Rhynchonella lata, Hoplites* indét. Ces fossiles indiquent la base de l'Aptien ; les calcaires qui les contiennent forment une petite cuvette synclinale.

On retrouve encore les mêmes calcaires, plus fossilifères encore, à quelques mètres plus au sud, dans une petite anse qui s'ouvre sur le chenal qui sépare l'île Maire de la terre; en ce point ces calcaires plongent vers l'O. Ils s'appuient à l'E. sur l'Urgonien ; vers l'O. ils viennent buter contre l'Urgonien par une faille oblique, comme le montre la fig. 2. Plus à l'O. on retrouve encore l'Aptien pincé dans une faille,

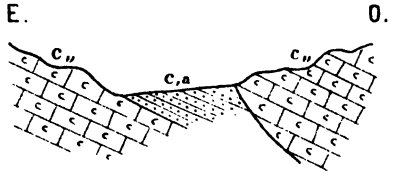


Fig. 2. — Coupe au sud de Mourgeret.

c_{II}, Calcaires urgoniens ; c_{Ia}, Calcaires en plaquettes de l'Aptien.

(1) Comme on le voit, c'est là une faune nettement hauterivienne et qui vient confirmer l'âge néocomien du banc à grosses Réquiénies qui se trouve compris entre le Valanginien et les marnes hauteriviennes et qui correspond par conséquent au Néocomien compact des géologues provençaux.

jusqu'à Croisette, où il s'épanouit de nouveau momentanément pour former une petite cuvette synclinale sur laquelle vient, au S., se renverser l'Urgonien (fig. 3).

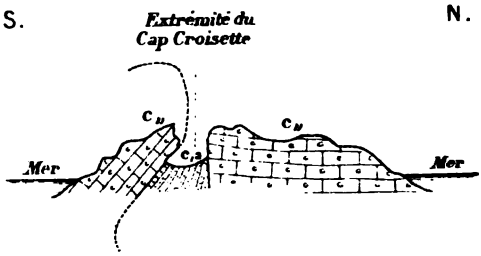


Fig. 3. — Coupe de l'extrémité du cap Croisette. Même légende.

Entre l'anse de Croisette et l'extrémité du Cap, le synclinal aptien s'étrangle de nouveau entre deux bancs urgoniens : celui du S. est renversé, celui du N. normal, mais séparé de l'Aptien par une faille ; ceci peut s'observer avec une netteté parfaite à l'extrémité même du Cap Croisette, où l'Aptien est pincé dans une sorte de couloir excessivement étroit qui vient aboutir à la mer (fig. 4). De l'autre côté du chenal, dans l'île Maire, on retrouve encore l'Aptien, mais

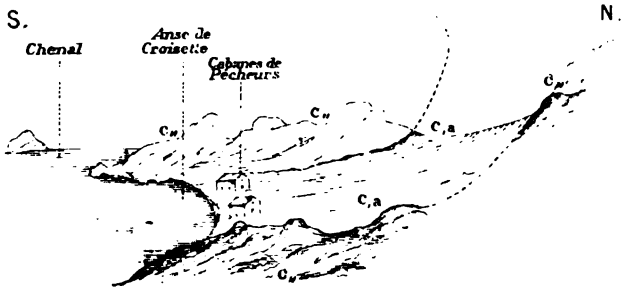


Fig. 4. — Vue géologique de Croisette. — Même légende.

beaucoup plus développé, car il ne comprend plus seulement les calcaires en plaquettes, mais aussi des marnes grises et bleues contenant *Bel. semicanaliculatus*. A la partie moyenne de ces marnes j'avais découvert en 1892 quelques fossiles ferrugineux ; depuis lors, étant retourné dans l'île avec M. le docteur Léger dans le but d'y étudier d'importants Kjokkenmœddings que j'y avais signalés antérieurement, nous avons retrouvé sur la plage un grand nombre de fossiles ferrugineux excessivement bien conservés, entre autres : *Hoplites Dufrenoyi*, *H. fissicostatus*, *Terebratula sella*, *Rh. lata*, avec de très nombreux Lamellibranches et Gastropodes.

Tous les affleurements aptiens de cette région sont omis sur la

feuille de Marseille. Ils sont, par contre, indiqués assez exactement sur la carte de MM. Gourret et Gabriel. La fig. 5 représente au $\frac{1}{20.000}$ la disposition de ces affleurements. La fig. 6 est une coupe d'ensemble de la Madrague à l'île Maire, résumant les faits énoncés jusqu'ici.

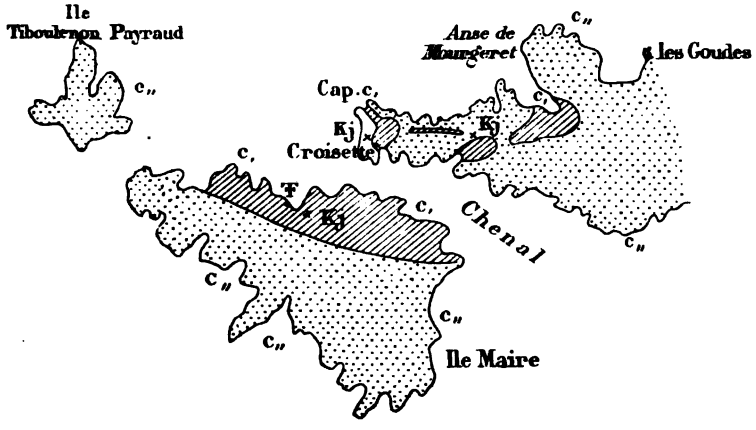


Fig. 5. — Carte des environs du cap Croisette.

c_{II}, Urgonien ; c_I, Aptien ; Kj, Kjokkenmœddings campigniens ; F, Gîte de fossiles.

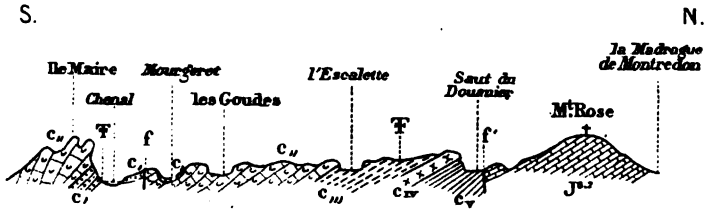


Fig. 6. — Coupe de la Madrague à l'île Maire.

J^{6-7}, Calcaire à *Heterodiceras* ; c_V, Marnes valanginiennes ; c_{IV}, Calcaire néocomien à grosses Réquiénies ; c_{III}, Marnes hauteriviennes ; c_{II}, Urgonien ; c_I, Aptien ; ff', Failles ; F, Fossiles.

L'Aptien de l'île Maire est recouvert par l'Urgonien, dont les couches forment éventail dans la partie centrale de l'île. Le renversement peut s'observer très nettement dans une sorte d'abri situé au bord de la mer, sur le littoral septentrional de l'île. Le sol de cet abri est constitué par l'Aptien, la voûte par l'Urgonien (fig. 7). La présence d'Urgonien renversé au cap Croisette et à l'île Maire est un fait de la plus haute importance au point de vue de la tecto-

nique de la région. En effet, l'Aptien de l'île Maire et de Croisette peut être considéré comme le prolongement occidental de l'Aptien qui borde le bassin de Cassis, car l'Urgonien qui lui sert de substratum est en continuité avec l'Urgonien sur lequel s'appuie l'Aptien de Cassis. Or, au nord du bassin de Cassis et du Beausset existe également un pli déversé vers le nord sur les couches crétacées : c'est le pli du Grand Cerveau ; il en résulte que le pli de l'île Maire ne

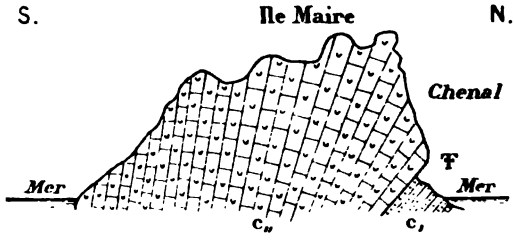


Fig. 7. — Coupe de l'île Maire.

c_{II}, Urgonien ; c_I, Aptien ; F, Gîte de fossiles.

peut être que la continuation de celui du Grand Cerveau ou une bifurcation de ce pli. En suivant vers l'O. le tracé de l'axe du pli du Grand Cerveau, on constate en effet que ce pli a des tendances nettement marquées à se rapprocher de plus en plus de la bordure septentrionale, c'est-à-dire des terrains les plus anciens du bassin crétacé. Le relèvement des couches, dans le Turonien du bec de l'Aigle, montre encore que cette tendance se poursuit dans la partie occidentale du pli aujourd'hui submergée sous les eaux de la Méditerranée. Il en résulte que le flanc renversé du pli qui, dans la région du Grand Cerveau, se trouve en contact avec les termes les plus élevés de la série crétacée, se trouve au contraire, dans la région de l'île Maire, en contact avec les termes inférieurs.

Le pli de l'île Maire se poursuit encore vers l'île Jaïre et jusque dans l'île de Riou, sur le rivage septentrional de laquelle existe un petit affleurement aptien.

A l'est des Goudes, les bancs urgoniens affleurent pendant longtemps le long du littoral, mais sont interrompus cependant dans le thalweg des vallons de Saint-Michel d'eau douce, de la Mounine et de Marseilleveyre, par des affleurements de marnes hauteriviennes contenant de nombreux fossiles : *Terebratula prælonga*, *Zeilleria Moutoniana Toxaster complanatus*, *Exogyra Couloni*. Ces couches hauteriviennes semblent former l'axe de petits anticlinaux transverses.

Le fond de la calanque de Marseilleveyre est occupé par un dépôt quaternaire composé de sables et de fragments calcaires anguleux ; ce dépôt a une épaisseur de 15m au minimum et donne lieu à une importante exploitation ; la carte au $\frac{1}{80000}$ n'en fait pas mention, non plus que du Néocomien du vallon de St-Michel d'eau douce ; quant aux affleurements de l'Hauterivien de la Mounine et de Marseilleveyre, qui forment de petites boutonnières dont l'axe est sensiblement N.-S., ils sont figurés sur cette carte comme faisant partie d'une large bande néocomienne qui partirait du Sémaphore et aurait une direction d'affleurements E.-O.

A partir de Marseilleveyre, on voit affleurer le Néocomien tout le long du littoral jusqu'à la calanque de Courtiou. Il est excessivement fossilifère et contient surtout en abondance : *Terebratula prælonga*, *Ex. Couloni* et *Toxaster ricordeanus*. Entre la calanque de Marseilleveyre et l'Aiguade de l'Ecu, il existe une faille sur le bord de la côte. Au nord de cette faille, les couches sont sensiblement horizontales ; au sud, elles plongent à 45° vers la mer, ce qui ramène, sur une partie du littoral, l'affleurement des calcaires à silex de l'Hauterivien supérieur (fig. 8). Cette faille semble être

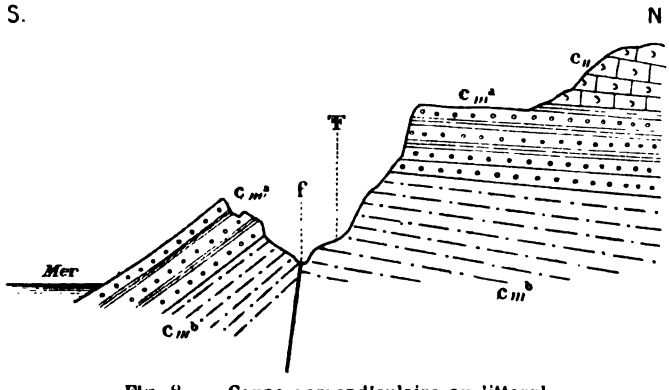


Fig. 8. — Coupe perpendiculaire au littoral.

c_{III}^b, Marnes hauteriviennes ; c_{III}^a, Calcaires à silex ; c_{II}, Urgonien ; f, Faille ; F, Fossiles.

en continuité avec la cassure qui, dans l'abri de Courtiou, met en contact les calcaires à silex avec les marnes hauteriviennes.

A l'est de Courtiou, l'Urgonien reparaît sur tout le littoral de la pointe du Vaisseau et du bec de Sormiou (Caridon). Ses couches, d'abord très inclinées vers le sud, finissent par devenir verticales

et même par se renverser en certains points légèrement vers le sud, plongeant ainsi sous le Néocomien de la calanque de Sormiou. Le fond de cette calanque est occupé par un dépôt quaternaire identique à celui de Marseilleveyre et également omis sur la carte; ce dépôt recouvre l'axe d'un anticlinal occupé par le Néocomien.

Si de la calanque de Sormiou on remonte vers l'O.-N.-O., dans le col du puits de Sormiou, on ne tarde pas à voir l'anticlinal se surélever et, sous l'Hauterivien, on voit apparaître dans cet axe le Valanginien et même le Jurassique supérieur. Dans le col, et surtout un peu au N.-O. du col, les couches sont fortement renversées vers le S.-O., c'est-à-dire vers la partie centrale du massif de Marseilleveyre.

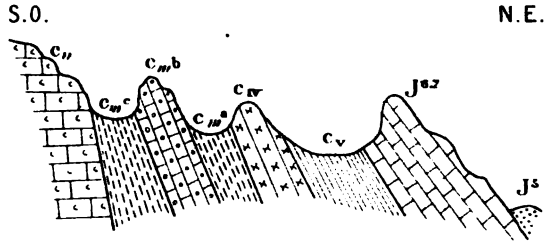


Fig. 9. — Coupe prise un peu au nord de Sormiou.

J_5, Dolomies jurassiques; J^{6-7}, Calcaires à *Heterodiceras*; c_V, Marnes valanginiennes; c_{IV}, Calcaire néocomien compact; c_{III}^a, Marnes hauteriviennes; c_{III}^b, Calcaire; c_{III}^c, Marnes; c_{II}, Urgonien.

L'anticlinal continue dans le bois de Mazargues où son axe est occupé par les Dolomies et même en certains points par les calcaires gris-clair inférieurs aux Dolomies (J^4). L'axe s'infléchit vers l'ouest et le renversement s'atténue progressivement dans cette direction, de telle sorte que, dans le col des Sablières, au N. de la Fontaine d'Ivoire, on n'a plus affaire qu'à un anticlinal normal dont l'axe est faillé.

Sur le flanc N.-E. de cet anticlinal, dans la région du château du roi d'Espagne, les travaux exécutés en vue de la construction du grand égout collecteur ont montré que les dépôts infratongriens avaient été fortement affectés par les plissements sans l'être néanmoins autant que les couches jurassiques et infracrétacées.

Le flanc normal de ce pli se poursuit vers le N.-O. et il est momentanément caché par les alluvions de la plaine de Montredon, mais ce flanc normal reparaît dans la colline urgonienne, au sud de Bonneveine; l'Urgonien de cette colline est recouvert au S.O., dans

l'anse de Pointe-Rouge, par des marnes aptiennes (1) fossilifères qui forment l'amorce de la cuvette synclinale comprise entre le dôme de N.-D. de la Garde et l'anticlinal que nous venons de décrire.

La partie centrale de Marseilleveyre est à peu près régulière ; on n'y observe que quelques inflexions dans les marnes du Néocomien, sur le sentier qui conduit de la Madrague de Montredon à la Baume Rolland. Dans toute la partie centrale du massif, les couches plongent d'une façon générale vers le sud.

Entre le massif de Marseilleveyre et celui de la Tête Puget (Cap Gros de la Carte d'État-Major) existe une région assez intéressante au point de vue tectonique et constituée par les collines de Morgiou (Baou-rond) et les monts de Luminy.

La ligne de hauteurs du Baou-rond correspond aux escarpements de l'Urgonien du flanc normal du pli dont nous avons suivi l'axe depuis la calanque de Sormiou jusqu'aux Sablières au N. de la Fontaine d'Ivoire.

Cet Urgonien, ainsi que l'indique la carte au $\frac{1}{80.000}$, vient se terminer au S.-E. dans le cap Morgiou où il forme de pittoresques escarpements dominant la mer.

Tout le fond de la calanque de Morgiou et une bonne partie du vallon qui lui fait suite vers le N.-O., sont constitués par des marnes hauteriviennes très fossilifères, avec *Holcostephanus astierianus*, *Exogyra Couloni*, *Terebratula prælonga*, *Toxaster ricordeanus*, avec de nombreux Lamellibranches et Gastropodes.

Le gisement situé sur le littoral septentrional de la calanque est particulièrement remarquable par l'abondance et la bonne conservation des fossiles dont le Musée de Marseille possède d'ailleurs de nombreux échantillons ; la carte au $\frac{1}{80.000}$ indique là de l'Urgonien. Les couches hauteriviennes de Morgiou occupent l'axe d'un brachyanticlinal faillé.

Vers l'extrémité du cap qui sépare la calanque de Morgiou de celle de Sugiton, une petite faille perpendiculaire à la direction de l'axe du brachyanticlinal vient ramener le calcaire à silex et l'Urgonien en contact avec les marnes hauteriviennes.

Dans la calanque de Sugiton une nouvelle faille parallèle à l'axe du brachyanticlinal ramène les marnes vertes du Valanginien en contact avec les calcaires urgoniens. Ces marnes valanginiennes forment des plis très écrasés, très froissés et couchés vers le sud, ainsi que le montre la fig. 10. Vers le N.-E. ce pli est limité par

(1) G. Vasseur et E. Fournier. *C. R. Ac. Sc.*, 27 janv. 1896.

une faille verticale mettant en contact le Valanginien avec le Jurassique supérieur qui affleure au pied du massif de la Tête Puget, dont il est séparé par un groupe de failles. Au-dessus. apparaissent les marnes hauteriviennes contenant de nombreux fossiles :

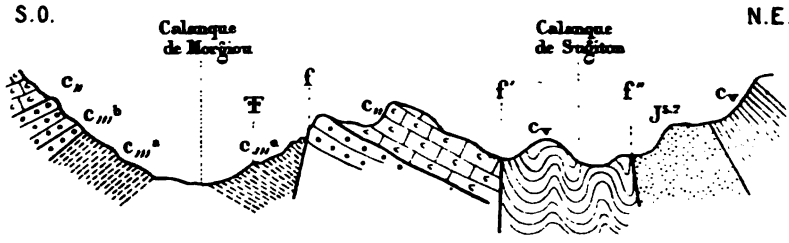


Fig. 10. — Coupe de la calanque de Morgiou à celle de Sugiton.

J^{5-7}, Jurassique supérieur ; c_v, Valanginien ; c_{III}^a, Marnes hauteriviennes ; c_{III}^b, Calcaires à silex : c_{II}, Urgonien.

Holcostephanus astierianus, *Placenticeras clypeiformis*, *Natica Allaudiensis*, *Exogyra couloni*, *Alectryonia rectangularis*, *Terebratula prælonga*, *Toxaster ricordeanus*, *Cyphosoma Loryi*.

Le reste du massif de la Tête Puget est assez régulier, sauf dans le ravin du Devenson et de l'Oule, où l'on voit affleurer l'Haute-

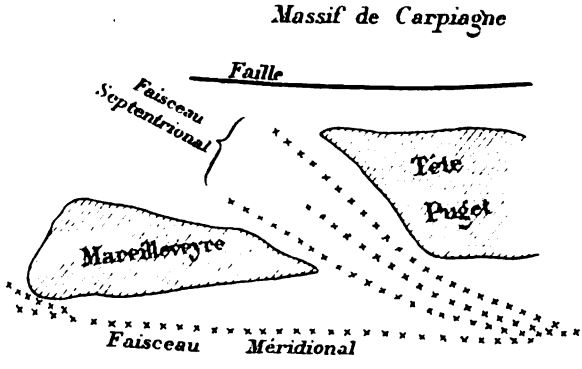


Fig. 11. — Schéma tectonique de la Région de Marseilleveyre et de la Tête Puget ; xxxx, Axes anticlinaux.

rivien en anticlinal au milieu de l'Urgonien, et dans la partie septentrionale, où il existe un intéressant bassin d'affaissement aptien au milieu des calcaires urgoniens (Bassin du Logisson). Mais ce dernier bassin se rattache plutôt au flanc méridional du

dôme de Carpiagne-St-Cyr, qui fera l'objet d'une étude ultérieure. A l'O. du Logisson existe une faille importante qui met en contact l'Urgonien de la Tête Puget avec le Jurassique supérieur de Carpiagne-St-Cyr. Cette faille a été omise sur la carte.

En résumé, le massif que nous venons d'étudier nous apparaît comme formé de deux régions résistantes à allure tectonique tranquille contre lesquelles viennent s'écraser deux groupes de plis : l'un, le faisceau méridional, est couché vers le N.-E. et s'appuie sur la bordure sud du massif de Marseilleveyre ; l'autre occupe la région située entre Marseilleveyre et la Tête Puget. Il est au contraire couché vers le S.-O. et s'appuie sur le flanc septentrional de Marseilleveyre.

Ces deux faisceaux (fig. 11) se réunissent vers l'est en un faisceau unique qui paraît former la continuation du pli du Grand Cerveau, qui longe la bordure méridionale du bassin du Beausset.

LES REPTILES ET LES POISSONS DES TERRAINS MÉSOZOÏQUES DU PORTUGAL

par M. H.-E. SAUVAGE

Dans un mémoire publié en 1885 (1) sur le Système crétacique du Portugal, M. P. Choffat cite un certain nombre de Vertébrés recueillis depuis les couches de l'Infravalanginien jusque dans les assises de Bellas : ce sont des Chéloniens, des Sauriens de genre indéterminé, parmi les Reptiles ; les genres *Pycnodus*, *Strophodus*, *Lepidotus* et quelques Squales, tels que : *Odontaspis gracilis*, *Otodus appendiculatus* et *Corax falcatus*, parmi les Poissons.

Tel était l'état de nos connaissances sur les Vertébrés des terrains mésozoïques du Portugal, lorsque MM. Delgado et Choffat voulurent bien nous confier l'étude des Poissons et des Reptiles recueillis dans les terrains jurassiques et crétaciques de ce pays.

On a recueilli à Pentelheira, dans le Charmoutien, couches à *Schlotheimia Jamesoni*, de nombreuses vertèbres qui indiquent à ce niveau la présence du genre *Ichthyosaure* : un fragment de crâne et une partie de patte provenant d'Alhadas sont d'un Ichthyosaure typique de la section *latipinnate*.

Pentelhaira a, en outre, fourni un Poisson du genre *Tetragonolepis*.

Près de Murtade et d'Alhadas, dans des couches faisant passage entre le Charmoutien et le Toarcien on a recueilli le crâne d'un Plésiosaure voisin du *P. dolichodeirus* du Lias du Dorsetshire.

Le Musée national conserve un beau crâne de Téléosaurien qui indique une espèce nouvelle de Sténéosaure.

D'après M. Choffat « les Vertébrés sont rares dans la partie supérieure du Jurassique supérieur, mais se montrent abondamment dans les couches un peu saumâtres qui occupent à peu près le niveau du Séquanien supérieur (couches d'Alcobaça) et, plus haut, dans le Ptérocérien ; ils sont, de nouveau, fort rares dans les couches de Freixial, qui correspondent probablement au Portlandien. La faune des Vertébrés, qui commence dans le Séquanien,

(1) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal* ; Lisbonne.

passe jusqu'au Portlandien supérieur sans changer de caractère général ».

Le Lusitanien ou Malm inférieur, qui, d'après M. Choffat, comprend l'Oxfordien et des couches en partie analogues au Séquanien du Jura, nous a donné deux espèces de Poissons : un *Lepidotus* nouveau et le *Lepidotus lævis* Ag. de la partie supérieure du Jurassique de Suisse, de France et d'Angleterre.

Les Reptiles sont plus largement représentés.

Parmi les Téléosauriens, nous citerons un *Metriorhynchus* de grande taille et le *Machimosaurus Hugii*, du Jura blanc du Hanôvre, du Jurassique supérieur de France et de Suisse.

C'est dans le Lusitanien qu'apparaissent les premiers Dinosauriens en Portugal, par le *Megalosaurus insignis* E. E. Deslongchamps, et par un *Morosaurus;* ce genre américain, représenté en Europe par le *M. brevior* Ow, du Weald d'Angleterre, a été trouvé à Ourem, dans les couches d'Alcobaça.

Nous avons à signaler dans le Malm supérieur un Dinosaurien Sauropode de la famille des Atlantosauridés, le *Pelorosaurus humerocristatus* Hik, qui est de la partie supérieure des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer et d'Angleterre ; un Ornithopode, l'*Iguanodon Prestwichi* ; un Téléosaurien, le *Steneosaurus* (*Sericodon*), *Jugleri*, des schistes à Ptérocères du Hanôvre; deux *Pycnodontes*, le *Microdon Hugii* et un *Mesodon* voisin du *Jugleri*, espèces du Jurassique supérieur de Suisse et de France.

D'après M. Choffat, le Malm supérieur ou Néo-Jurassique se termine par les couches de Frexial « dont la faune correspond au Portlandien, mais contient, en outre, certains fossiles précurseurs du Crétacique. »

Ces couches ont fourni un Poisson, le *Mesodon granulatus*, du Jurassique supérieur du Hanôvre et de France, et une Tortue pleurodère appartenant au genre *Plesiochelys*.

Si nous passons à l'étude de la faune crétacique nous n'aurons à signaler que quelques dents de *Pycnodus* et de *Strophodus*, quelques débris de Tortues depuis l'Infravalanginien jusqu'aux couches d'Almargen.

Entre l'Urgonien et les couches à *Placenticeras Uhligi* et *Schlœnbachia inflata* se trouvent des grès et des calcaires sur environ 200 mètres d'épaisseur, que M. Choffat désigne sous le nom de couches d'Almargen ; ces couches, qui doivent représenter l'Aptien et la partie inférieure de l'étage Albien, sont en majeure partie formées de grès ne contenant pas de fossiles marins ; les couches

supérieures de ce niveau ont fourni, en effet, à Almargen, une belle flore terrestre.

Ce fait nous explique la présence, dans les couches du cap Saint-Espichel, de trois Reptiles Dinosauriens appartenant à trois sous-ordres différents : un Sauropode, le *Pleurocœlus valdensis;* un Théropode, le *Megalosaurus ;* un Ornithopode, l'*Iguanodon Mantelli.* Le genre *Pleurocœlus* a été établi pour des dents recueillies dans le terrain wealdien d'Angleterre; le Mégalosaure rappelle beaucoup l'espèce du Gault de l'est de la France. Quant à *Iguanodon Mantelli.* l'espèce est connue du Wealdien et du Lower Greensand.

Outre les Dinosauriens que nous venons de citer nous devons mentionner dans les couches d'Almargen un Crocodilien appartenant au genre *Suchosaurus:* l'autre espèce du genre, le *S. cultridens*, est du Wealdien d'Angleterre.

Entre les couches d'Almargen et les calcaires à *Neolobites vibryanus* (sommet du Cénomanien) se trouvent de puissantes assises caractérisées à la partie supérieure par *Ostrea pseudo-africana* (étage Bellasien).

Ces assises sont marines, aussi y trouvons-nous cinq espèces de Squales appartenant à la famille des Lamnidées (*Scapanorynchus gracilis, Lamna appendiculata, Lamna semplicata, Lamna sulcata, Corax falcatus*), deux Ganoïdes de genre spécial, cinq espèces de Pycnodontes appartenant aux genres *Mesodon* et *Cœlodus.*

Avec ces Poissons franchement marins, nous avons toutefois à signaler dans les couches du Fort de Junquéno un Reptile d'eau douce ou tout au moins saumâtre, l'*Oweniasuchus lusitanicus;* les deux espèces sur lesquelles Smith Woodward a établi ce genre de Crocodilien sont en effet du Purbeck d'Angleterre.

A la colline de Alto-do-Pendeão, près de Bellas, l'on est probablement non loin d'une surface terrestre. L'on a trouvé, en effet, dans cette localité, une vertèbre de Serpent, le *Symoliophis*, genre que l'on peut, à certains égards, rapprocher des Tylopiens ou Serpents vermiformes; or, ceux-ci sont exclusivement terrestres. La présence de ce *Symoliophis* dans le Crétacique moyen du Portugal offre un grand intérêt; le *S. Delgadoi* Svg. est la seconde espèce connue du genre, le *S. Rochebruni* Svg. ayant été trouvé dans le grès vert supérieur de l'île d'Aix (Charente-Inférieure) et dans le Cénomanien de Sillac (Charente). La découverte du genre *Symoliophis* a fait remonter loin dans la série des temps l'apparition du type Ophidien, dont les représentants les plus anciens avaient été recueillis dans les couches tertiaires inférieures.

Le Cénomanien de Figuena-da-Foz, celui de Sargarto Mor, nous ont fourni trois espèces de Pycnodontes, appartenant aux genres *Mesodon* et *Cœlodus*.

Dans le Cénomanien (Bellasien supérieur) d'Alcantara on a recueilli une vertèbre de Plésiosaurien qui semble indiquer une espèce distincte de Cimoliosaure.

Dans la carrière de Raton, sur le flanc droit du val d'Alcantara, se trouvent des couches marneuses et des calcaires feuilletés qui appartiennent au Turonien. D'après M. Choffat, cette région de Raton était une lagune dans un récif de Rudistes; de petites clupes abondent dans les couches marneuses, où nous avons aussi à signaler des écailles d'*Osmeroides*, Salmonoïde marin du terrain crétacique d'Europe et du Liban, et des écailles qui indiquent à ce niveau la présence d'un Poisson appartenant à la famille des Bérycidées; on y trouve, en outre, d'assez nombreux débris de Téléostéens indéterminables, un Pycnodonte et quelques plaques de Chéloniens.

Au-dessus de l'étage Turonien, M. Choffat a constaté l'existence d'un puissant massif de sables et de graviers passant à des grès, avec intercalation d'argiles et de marnes, en partie rutilantes. Ces couches ont fourni des Vertébrés, des Mollusques et des Végétaux terrestres. Les Mollusques sont, ou d'origine marine (*Glauconia*, *Turritella*, *Ostrea*), ou d'origine saumâtre (*Pyrgulina*, *Cyrena*), d'espèces analogues, sinon identiques, à des espèces du Garumnien.

Les Physes et les Mélanies à faciès africain recueillies en Portugal correspondent, d'après M. F. Marion, aux types trouvés dans les couches de Fuveau.

Les documents recueillis par M. Choffat montrent que le massif sableux et marneux constaté en Portugal appartient à la partie supérieure du Crétacique : il paraît représenter le Sénonien supérieur et le Danien.

L'étude des Vertébrés vient confirmer cette manière de voir; elle montre que des couches d'origine fluvio-lacustre ou terrestre se sont déposées parallèlement à des dépôts marins.

A Vizo (Arazède), nous avons des couches fluvio-lacustres; nous y trouvons, en effet, deux Lépidostéides : les *Clastes lusitanicus* et *pustulosus*, un Crocodile vrai, le *Crocodilus Blavieri*, ce dernier du Garumnien de la Provence, une Tortue d'eau douce, un Batracien anoure de plus grande taille que le *Bufo agua* actuel et un Dinosaurien, sans doute un Mégalosaure. On sait que, d'après les recherches de Matheron dans le bassin de Fuveau, que les Dino-

sauriens existaient encore à la fin de l'époque crétacique; ils sont représentés à Fuveau par un Reptile gigantesque, le *Rabdodon priscum*, que Zittel rapporte provisoirement à la famille des Iguanodontidés.

Les *Clastes* se trouvent, en Portugal, non-seulement à Vizo (Arazède), mais encore à Villar (Aveiro), à Henricas (Vagos.), entre Porto et Valle; ils sont accompagnés, dans cette dernière localité, par un Reptile Pythonomorphe, très voisin des Mososaures; or, ceux-ci sont du Crétacique supérieur.

Le série marine se trouve dans les environs de Ceadouro (Côvœs), où l'on a recueilli un Pycnodonte voisin de *Anomœodus subclavatus* Ag. et un Squale, l'*Odontaspis Bronni* Ag. Par la présence de cette dernière espèce, les couches de Ceadouro correspondraient au Danien de Belgique et de Hollande.

L'*Anomœodus subclavatus* est plus particulièrement des couches à *Terebratella pectiniformis* de l'étage Maestrichtien.

Outre les deux espèces précitées, les couches marines du Crétacique supérieur du Portugal ont fourni des débris de Clupes et de Sparoïde.

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES DE GLISSEMENT DANS LE JURA

par M. l'Abbé BOURGEAT.

Les personnes qui ont pris part, en 1885, à la réunion extraordinaire de la Société géologique dans le Jura, ont pu constater combien les phénomènes de renversement donnant lieu à des synclinaux en forme de *V* couchés s'y répètent fréquemment dans les hautes chaînes. Elles ont pu remarquer aussi que certains de ces phénomènes sont accompagnés de laminages d'assises, ou de glissements de couches du côté de l'ouest. Je n'en rappellerai ici que deux exemples reproduits aux pages 812 et 815 du *B. S. G. F.* (1): le glissement du Mont Bayard, près de Saint-Claude, qui fait chevaucher en discordance le Jurassique supérieur sur le Néocomien, et les glissements répétés des synclinaux, qui se succèdent de Montépile à Pontoux, glissements en vertu desquels les marnes néocomiennes sont effacées ou du moins très réduites sous la poussée *Est* du même Jurassique supérieur. De tels glissements se montrent de plus en plus nombreux à mesure que l'on étudie de plus près les assises de la région. J'en voudrais encore signaler ici quelques-uns qui me semblent très saillants et très faciles à constater, me réservant de publier les autres dans une étude plus complète de la région.

Ils sont au nombre de dix.

Les quatre premiers seront pris à la bordure de la falaise qui limite le Jura à l'ouest, du côté de la plaine bressanne, entre Voiteur et Salins ;

Les deux suivants, à la forêt de Prénovel et des Piards, au levant de Clairvaux ;

Les septième et huitième à la forêt de Cuttura, entre Leschères d'une part et Grand-Essart de l'autre ;

Le neuvième aux monts de Bienne, entre cette rivière et Longchaumois ;

Le dixième, enfin, à la cluse de Morez, vers les Rousses.

(1) 3e Série, t. XIII.

Dans les quatre premiers, que les figures 1, 2, 3 et 4 permettent de suivre sans peine, on voit du Bathonien en synclinal voisin de la verticale reposer presque exclusivement sur du Lias supérieur du côté de l'ouest. A peine si quelques couches écrasées de Bajocien l'en séparent. Du côté de l'est, c'est-à-dire dans la direction de la haute chaîne du Jura, ce même Bathonien, enveloppé plus ou moins

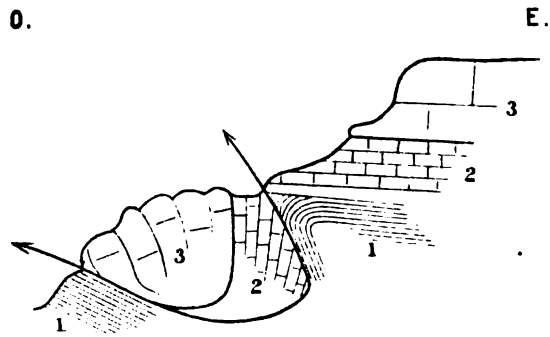


Fig. 1. — Coupe de la falaise vis-à-vis Buvilly.
Légende commune aux figures 1, 2, 3, 4 : 1, Lias ; 2, Bajocien ; 3, Bathonien.

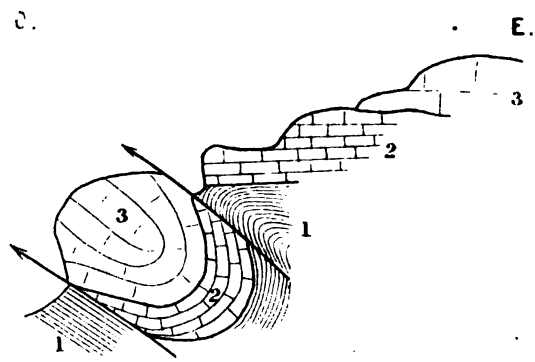


Fig. 2. — Coupe de la falaise au nord de Poligny.

de quelques assises de Bajocien fragmenté semble en discordance manifeste avec les autres assises de Bathonien et de Bajocien maintenues presque horizontales. Il n'est pas difficile de constater que dans les quatre cas on a affaire à un plissement brusque en forme de *V* qui aurait glissé vers l'ouest sur les marnes du Lias, en laminant le Bajocien. C'est grâce à ce plissement que les rochers

dominant la petite ville de Poligny ont une allure si pittoresque et se découpent en grandes dents. M. Bertrand y a cru voir en 1884 (1) le résultat d'un simple affaissement, mais la disposition des assises me paraît s'accorder beaucoup mieux avec les failles en paquets qu'il a si bien étudiées près de Besançon.

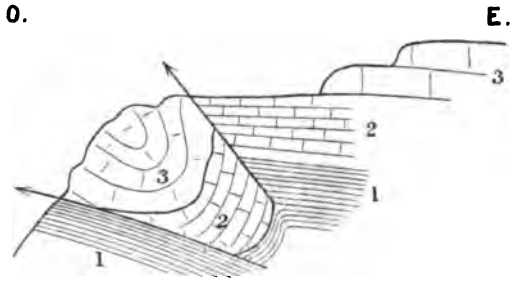


Fig 3. — Coupe de la falaise au sud de Poligny.

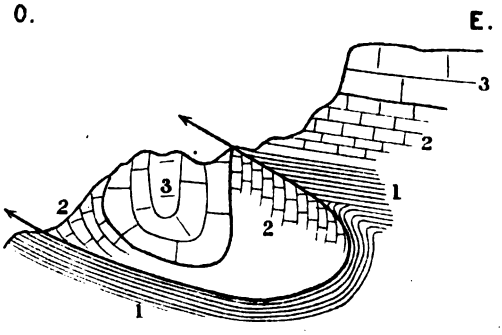


Fig. 4. — Coupe de la falaise vis-à-vis Miery.

Dans les cinquième et sixième exemples figurés par les coupes 5 et 6, on voit d'abord près de Combe-Raillard un synclinal néocomien surplombé à son bord oriental par du Bajocien et comme avalé sous la poussée qui a fait glisser ce dernier terrain au-dessus de lui. On voit ensuite le prolongement du même synclinal comme coiffé par un paquet de Ptérocérien qui a glissé au-dessus de lui. La vue des coupes permet, je le pense, de juger de la valeur du glissement.

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XII, p. 453.

Dans la figure 7, représentant la coupe de la forêt de Cuttura la plus voisine de Saint-Lapicin, un synclinal de Néocomien est presque coupé en son milieu, et l'Urgonien du bord oriental y est venu glisser sur le Gault, qu'il recouvre en grande partie.

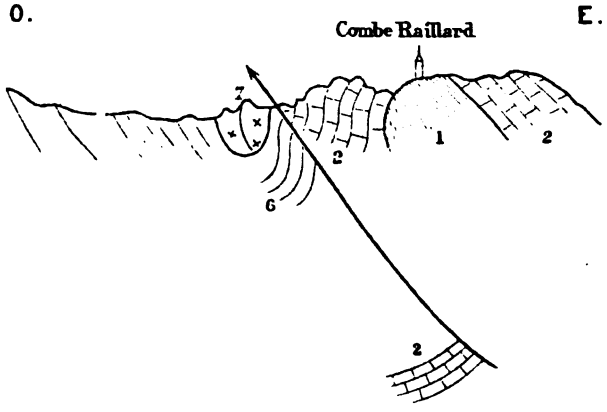


Fig. 5. — Coupe de la forêt de Prénovel vis-à-vis Combe Raillard.

Légende commune aux figures 5, 6, 7 et 8 : 1, Lias ; 2, Bajocien ; 5, Ptérocérien ; 5a, Portlandien ; 6, Néocomien inférieur ; 7, Urgonien ; 8, Gault ; 9, Cénomanien.

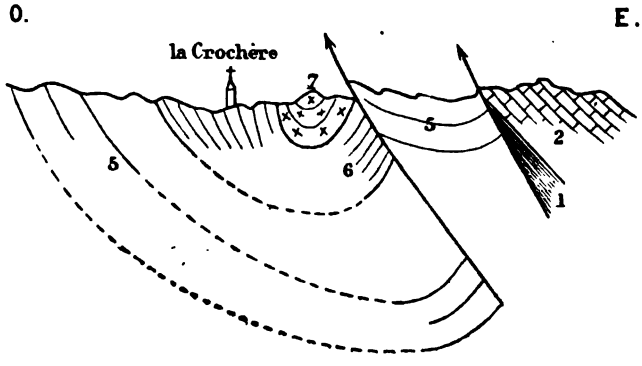


Fig. 6. — Coupe de la forêt de Prénovel vis-à-vis la Crochère.

La figure 8 nous montre un phénomène à peu près semblable ; mais ici, c'est l'Urgonien de la lèvre orientale qui a été en quelque sorte avalé. Il en est résulté que le Cénomanien de la lèvre occidentale s'est trouvé en contact immédiat avec les formations de l'Hauterivien. Le phénomène est visible près de la maison de Montenet, au débouché de la cluse des Crozets.

A la figure 9, qui représente une coupe prise aux monts de Bienne, vis-à-vis le hameau des Villards la Riscouse, on peut voir que le Ptérocérien coralligène (faciès de Valfin) a glissé notablement sur le bord oriental d'un synclinal néocomien.

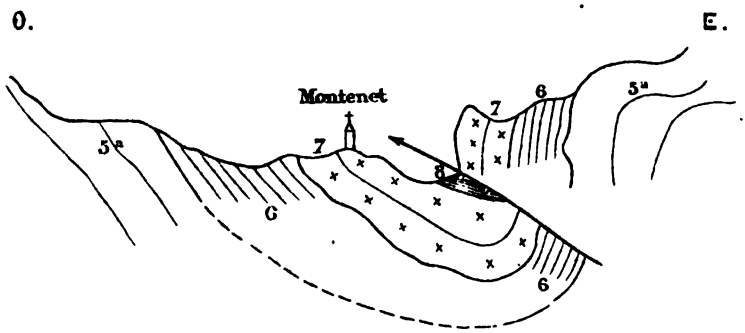


Fig. 7. — Coupe de la forêt de Cuttura vis-à-vis Montenet.

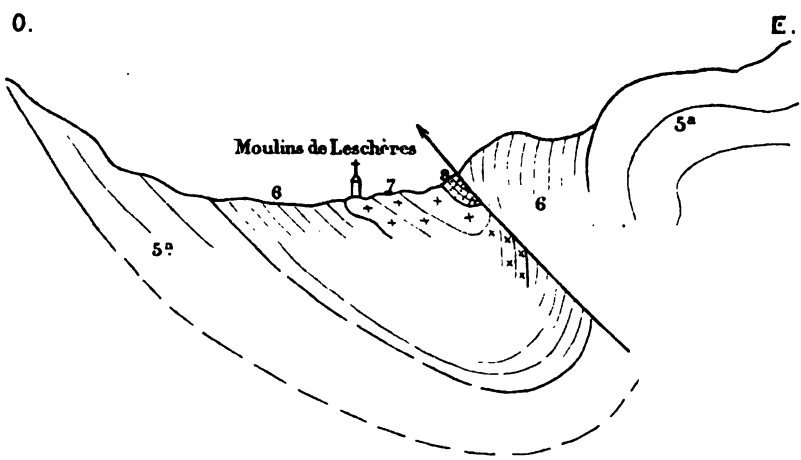


Fig. 8. — Coupe de la forêt de Cuttura vis-à-vis les Moulins de Leschères.

Enfin, dans la figure 10, nous voyons de l'Oxfordien marneux comme intercalé entre deux formations appartenant au Jurassique supérieur. C'est le résultat d'une poussée exercée de l'est à l'ouest sur un anticlinal rompu, laissant voir plus loin entre le Jurassique supérieur les marnes de l'Oxfordien, comme on peut s'en assurer au nord-est à la Combe du Vert. La poussée venue de l'est a saisi la lèvre du Jurassique supérieur situé de ce côté oriental et l'a fait

glisser avec l'Oxfordien sur la lèvre située à l'ouest. De là la superposition anormale.

J'aurais pu, dans cette courte note, signaler encore les exemples de rupture et de glissements, qui sont si nombreux dans la vallée de la Valserine. Mais mes coupes en cette matière ne feraient que justifier celles qu'en a données M. Schardt en 1891 (1). Je reviendrai plus tard sur cette question.

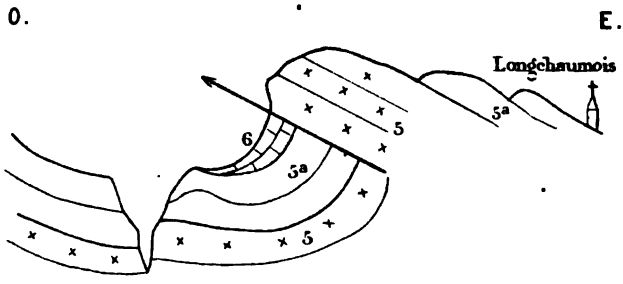


Fig. 9. — Coupe des monts de Bienne.

Légende commune aux figures 9 et 10 : j.s., Jurassique supérieur ; O, Oxfordien ; 5, Ptérocérien coralligène ; 5a, Portlandien ; 6, Néocomien inférieur.

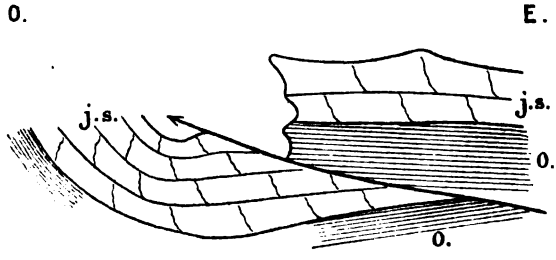


Fig. 10. — Coupe de la cluse de Morez aux Rousses.

Des exemples que je viens de produire, il résulte que les glissements peuvent se manifester soit sur les bords des anticlinaux, soit sur les bords des synclinaux. Le plus communément cependant ils se manifestent au bord oriental des synclinaux, donnant lieu à de simples chevauchements si le décrochement se limite là, mais produisant des failles en paquets si le décrochement affecte l'autre bord du synclinal, c'est-à-dire si le synclinal glisse tout entier. Le premier genre de phénomènes semble plus commun dans les hautes chaînes, le second, au voisinage de la falaise.

(1) Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura.

SUR LA TECTONIQUE DES PYRÉNÉES

par M. **STUART-MENTEATH.**

Une coupe complète des Pyrénées par Gavarnie fait voir que la plus grande partie de la chaîne est située au sud du Mont-Perdu, et qu'un refoulement violent vers le sud a fait surgir à Pierrefitte le Silurien, qui est enfin admis comme *inférieur* à la *dalle* de Cauterets. Le massif espagnol présente les allures du Jura, bien qu'il soit composé de sédiments éocènes et oligocènes ; le massif refoulé correspond aux Alpes Suisses ; et la bande septentrionale, qui représente les Pyrénées dans la géologie française, correspond par son Flysch, ses ophites, et son granite de la plaine, aux Alpes du Nord de l'Italie. La tectonique très variée de cette bande a retardé la vraie conception générale des Pyrénées, conception devenue nécessaire.

Les coupes les plus récentes de cette bande sont fondées sur ce fait que le Flysch et l'Albien sont deux formations bien limitées et servant de bandes de repère. Pour moi, ces deux étages sont de simples *faciès* d'un horizon quelconque du Crétacé des Pyrénées. Encore, le Flysch réellement caractéristique, avec tous les fossiles du Flysch de l'Italie, se présente-t-il habituellement dans le Turonien, le Sénonien, ou l'Eocène inférieur ; et l'Albien le mieux caractérisé est un équivalent du calcaire cénomanien, auquel il est souvent superposé. Pour soutenir le contraire, on est obligé de classer dans l'Albien les ardoises d'Escot, de Pont Suson, et même du sud de Lourdes, après que MM. Carez et Douvillé y ont signalé des Ammonites plutôt néocomiennes qu'aptiennes. J'ai déjà montré que les preuves paléontologiques de cet Albien sont fondées sur la citation à rebours des textes bien connus de Sowerby, Davidson, et de M. Douvillé. Aujourd'hui on procède de même, et on voudrait en conséquence classer dans cet Albien le Cénomanien à Caprines de Portugalète.

On représente aujourd'hui comme albiens les schistes du nord de Lourdes à *Chondrites Targioni* et *intricatus*, et dans toutes les nouvelles coupes on voit que les « schistes albiens » sont le prolongement du « Flysch cénomanien ». Quant aux calcaires à *Tou-*

casia, représentés autrefois comme des lentilles coralligènes à tous les niveaux, ils forment aujourd'hui la limite supérieure des « schistes aptiens ». A Sarrance et à Pont d'Escot, les schistes représentés comme albiens sont nettement situés *au-dessous* des calcaires à *Toucasia*, et sont des ardoises à *Bélemnites* de la base du Crétacé. Le calcaire d'Asasp est visiblement *superposé* à ces ardoises.

M. Carez et moi sommes parvenus récemment à dégager un point de repère important. A Sère-Argelès, à Ferrières, et entre Labassère et Arthez d'Asson, on peut s'assurer de la contemporanéité de la granulite et de l'ophite. Le granite du Labourd a produit une zone de métamorphisme chimique dans les sédiments de tout âge au contact, et le cipolin à graphite qu'il a formé est en continuité avec le calcaire crétacé. Le Flysch présente seul quelques bancs de conglomérats à galets granitiques, habituellement perdus dans des éjections volcaniques. Quant aux fossiles, on voit au sud du Parc des Eaux-Chaudes une masse d'huîtres crétacées plaquée sur le granite, et dix mètres plus loin le même banc est composé de polypiers du Carbonifère. Au col de Lurdé on a attribué au Trias les ophites avec gypse, marnes irisées, quartzite et quartz bipyramidés; mais immédiatement à l'ouest de Miegebat une lentille de la même ophite est injectée dans la falaise, au-dessus du calcaire à Hippurites, dont il a silicifié les bancs supérieurs. Ce calcaire à Hippurites *traverse* le Bitet; il est recouvert et silicifié par le granite à la place de l'ophite. Le calcaire supérieur à l'ophite de Miegebat *traverse* également le Bitet, il est surmonté d'une nouvelle bande d'ophite et présente une lumachelle mésozoïque à sa base. Au col de Lurdé les relations sont les mêmes et l'on peut reconnaître la même superposition de l'ophite. Les allures du granite et de l'ophite me paraissent fournir la clef d'une tectonique dans laquelle les quartzites, le gypse et les marnes irisées seront reconnus comme remplissant un rôle bien plus difficile à définir.

SUR LES TUFS A QUARTZ CRISTALLISÉ DES ENVIRONS DE LA BOURBOULE

par M. **René BRÉON.**

Les roches à quartz libre sont très rares en Auvergne et le plus souvent quand on en observe, on constate que le quartz y est à l'état d'enclave avec bordure de cristaux d'augite ou à l'état de produits secondaires concrétionnés.

Von Lasaulx est le seul auteur qui ait fait une étude détaillée de l'unique gisement un peu développé que l'on connaisse, jusqu'à présent, dans le massif central de la France. Ce gisement est celui de Lusclade, près la Bourboule. Le quartz s'y montre avec la forme bipyramidée à angles arrondis qu'il affecte ordinairement dans les rhyolites et les porphyres. Il y est accompagné de sanidine, d'anorthose, de feldspaths calco-sodiques plus ou moins acides, de biotite, d'hornblende brune non résorbée, d'augite, d'apatite et de sphène et enfin de sphérolites feldspathiques d'allongement varié. Ces roches sont à deux temps de consolidation, mais parfois les microlites y sont tellement peu nombreuses qu'elles passent à l'obsidienne et au tuf ponceux. En tout cas le quartz y est en petits individus et très clairsemé.

Le gisement nouveau que j'ai à faire connaître est situé dans la même région, mais sur l'autre rive de la Dordogne, sur le chemin qui mène de la Bourboule à la Roche Vendein. On commence à le rencontrer à une distance de 2050 m. à partir de la sortie de la Bourboule. Il est constitué par un tuf bleuâtre en petits lits que l'on peut suivre jusqu'à une petite distance le long du chemin parcouru.

Dans ce tuf, essentiellement composé de fragments ponceux, on découvre en assez grande quantité de jolis petits cristaux limpides de quartz bipyramidé de la grosseur d'une tête d'épingle, arrondis légèrement sur leurs angles et leurs arêtes. On y voit aussi à la loupe de nombreuses lamelles de biotite et des cristaux généralement brisés d'hornblende. Enfin le tuf contient un assez grand nombre de lapilli dont les plus volumineux ne dépassent guère la grosseur d'un pois et dont la couleur varie du gris clair au rouge brique.

Au microscope, en outre des éléments précédents, on aperçoit de très nombreux débris de quartz, de sanidine et de feldspath triclinique, de sphène, le tout cimenté par une matière isotrope de teintes très variées mais cependant en général d'un brun clair.

Il était intéressant de rechercher si les lapilli réduits en lames minces offriraient les mêmes caractères et en particulier si l'on y trouverait du quartz bipyramidé. L'observation démontre que tous ces lapilli ne sont pas quartzifères. Ils sont microlitiques et généralement à matière vitreuse abondante. Il y en a dans lesquels le pyroxène est fréquent et en grande partie transformé en chlorite, les granules de magnétite du second temps changés en limonite; enfin les feldspaths zonés tricliniques se montrent décomposés dans leur partie centrale de manière à ne plus présenter qu'une étroite bordure intacte formée par un feldspath plus acide.

D'autres sont des trachy-andésites à hornblende brune, offrant cette particularité que l'hornblende n'y est pas résorbée sur ses bords, mais ils sont dépourvus de quartz. Enfin, les plus acides offrent, dans un magma vitreux abondant parsemé de sanidine, des cristaux bipyramidés de quartz beaucoup plus volumineux que ceux du gisement de Lusclade. Ce quartz est limpide, très pauvre en inclusions; j'ai pu cependant y apercevoir quelques inclusions liquides à bulle mobile. On découvre encore dans la roche de la sanidine et un feldspath triclinique non zoné appartenant à l'oligoclase-albite. La sanidine enclave le feldspath triclinique qui se montre plus ou moins brisé. Enfin, on voit aussi de la biotite abondante, de l'hornblende brune non résorbée plus rare, du sphène, de l'apatite et du zircon. Les cristaux de quartz et de feldspath sont souvent fendillés et cassés, ils ont été déplacés au sein du magma fondu avant sa consolidation. Ce magma, cependant, n'est pas demeuré intact en se consolidant. Il s'est dévitrifié et se montre rempli de facules arrondies, d'apparence spongieuse, englobant les microlites de sanidine de manière à former des groupes à structure pœcilitique. L'intégrité de ces groupes délicats prouve que leur formation est postérieure à tout mouvement interne du magma fondamental de la roche. J'ajouterai encore que ce développement de quartz dans le magma a donné naissance à des bordures de même orientation autour des cristaux de quartz du premier temps, comme si ceux-ci avaient continué à s'accroître après la consolidation définitive de la roche.

NOTE SUR L'EXISTENCE DU TRIAS GYPSEUX DANS LA PROVINCE D'ORAN (ALGÉRIE)

par M. L. GENTIL.

Les pointements de gypse de l'Ouest Oranais sont considérés depuis longtemps comme ayant une origine épigénique.

J'ai moi-même soutenu, il y a deux ans (1), la nature métamorphique de ces gypses, à la suite d'une première exploration de la région du Tell Oranais. Avec mes devanciers, j'ai admis qu'ils étaient déposés, en surface, par des eaux minérales ayant traversé, en profondeur, des terrains calcaires.

Je me suis principalement appuyé, pour confirmer cette interprétation, sur l'existence de véritables filons de sulfate de chaux hydraté dans des terrains tertiaires remontant jusqu'au Miocène inférieur et sur l'association constante de ce sulfate à des roches éruptives. J'ai limité à l'époque miocène la venue de ces prétendues éruptions hydrominérales.

La découverte du Trias en Algérie, au Djebel Chettaba par M. Marcel Bertrand (2), à Souk Ahras par M. Blayac et moi (3), m'a incité à de nouvelles recherches.

J'ai été surtout frappé de l'analogie complète de composition lithologique de ces gisements triasiques avec les affleurements gypseux de l'Ouest Oranais.

Mes observations récentes relatives à cette dernière question modifient singulièrement ma première interprétation et, par suite, celle de mes devanciers. Après des recherches détaillées, le relevé de cartes au 1/50.000e pour le Service de la Carte géologique de l'Algérie et celui d'un grand nombre de coupes, l'observation minutieuse des contacts des pointements de gypse avec les terrains avoisinants, je suis arrivé à cette conclusion que *ces formations gypseuses sont antérieures au Lias.*

(1) *C. R. Ac. Sc.*, 27 avril et 4 mai 1896.
(2) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896, p. 118.
(3) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, 1897, p. 523.

A
de
tri
tei
l
mi
tro
to
gé
le
le
e
d
é

c
l
c
c
c
c
l
s
c
c
c
c
s
l
c
c
c
l

Djebel Chettaba, de Souk Ahras, des Basses-Pyrénées et de la Provence.

Enfin, toute une série de roches cristallophylliennes et éruptives se montre à l'état de blocs isolés ou de dykes, de filons plus ou moins disloqués. Ces derniers sont constitués par une roche que MM. Curie et Flamand (1) ont rattachée avec raison aux ophites. J'ai reconnu de mon côté (2) que sa structure et sa composition l'assimilent, en tous points, aux ophites des Pyrénées : ce sont de véritables *ophites ouralitisées*.

Une roche amphibolique plus ou moins schisteuse et dipyrisée se présente aussi constamment dans ces gîtes minéraux, en blocs épars ; je l'ai classée avec doute dans les amphibolites : c'est peut-être une diorite.

Enfin ne se rencontrent jamais qu'à l'état de fragments plus ou moins volumineux — dans les affleurements gypseux qui nous occupent ou dans des affleurements analogues situés ailleurs dans les provinces d'Oran et d'Alger — des granulite à grenat, pegmatite à tourmaline, minette, gabbro, micaschiste à grenat et sillimanite, gneiss granulitisé, etc. (3).

J'expliquerai plus loin la présence de ces roches dans les pointements gypseux.

Absence de fossiles. — Malgré des recherches patientes, je n'ai pu trouver de traces d'organismes dans les gypses de la région de Beni Saf. J'ai surtout examiné, mais sans résultat, le calcaire bleu qu'on y rencontre et qui rappelle si fidèlement le calcaire à plaquettes de *Mytilus psilonoti* Quenst. recueillies par M. Blayac et moi dans le Trias de Souk Ahras.

Relations stratigraphiques. — A côté de la formation gypseuse, les terrains représentés dans la région de Beni Saf sont, de bas en haut :

(1) *Loc. cit.*

(2) Sur les roches de quelques gisements ophitiques d'Algérie. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, 1897, p. 666.

(3) Je tiens à réparer ici un oubli involontaire commis dans ma note résumée : « Sur les roches de quelques gisements ophitiques d'Algérie ». J'ai eu connaissance, dans la suite, d'une note de M. Bleicher *(Recherches sur l'origine des éléments lithologiques des terrains tertiaires et quaternaires des environs d'Oran)* parue en 1875 dans la *Revue des Sciences de Montpellier*. Dans cette note, le savant professeur décrit sous le nom de « conglomérat gypseux » quelques pointements des gypses qui nous occupent. Il signale dans l'un d'eux, situé à Arbal, un peu au sud d'Oran, des blocs non roulés de pegmatite, de gneiss, de diorite tantôt porphyroïde noire, tantôt se rapprochant de l'ophite. La structure ophitique de ce dernier type a été déterminée beaucoup plus tard, au microscope, par MM. Curie et Flamand (*Loc. cit.*).

1° Schistes et quartzites du Djebel Skouna. On n'est pas fixé sur leur âge. Ils sont considérés (avec ceux des Traras) comme anciens, probablement siluriens (1).

M. Ficheur assimile ces schistes à ceux de la Chiffa (Alger) qu'il considère également comme primaires à cause de leur faciès et de leur antériorité par rapport au Lias (2).

2° Calcaire du Dj. Skouna, bleu ou gris clair, parfois marmoréen. Ce calcaire est identique à celui qui, dans les Traras, plus à l'ouest, recouvre directement les schistes anciens. L'âge du calcaire des Traras est indiqué par la faune du Lias supérieur (*H. bifrons*, *H. radians*, etc.), qui la surmonte directement. Plus au sud, le calcaire des Traras se montre à Garouban avec une faune du Lias moyen (*Spirifer rostratus*, etc.) (3).

3° Cénomanien formé de marno-calcaires rappelant le Cénomanien de la région du Tell Algérien. J'y ai recueilli des tronçons de Belemnites et des empreintes d'Ammonites parmi lesquelles MM. Munier-Chalmas et Haug m'ont fait remarquer une *Schloenbachia* qui indique le Gault supérieur ou le Cénomanien inférieur. En raison du faciès constant du Cénomanien dans tout le Tell, je pense qu'on doit attribuer à cet étage les marno-calcaires de la région de Beni Saf.

4° Sénonien. Assise puissante d'argiles schisteuses avec rognons calcaires au-dessus du Cénomanien : c'est le faciès du Sénonien de la région littorale de l'Algérie.

5° Eocène inférieur. Constitué par des marnes dures et des calcaires à silex noirs avec petites nummulites. C'est le niveau des calcaires à silex des provinces de Constantine et d'Alger.

6° Eocène supérieur. Argiles schisteuses et grès durs, quartziteux, recouvrant l'Eocène inférieur.

7° Oligocène. Représenté par des conglomérats, grès et marnes gréseuses rouges très chargées d'oxyde de fer.

8° Miocène inférieur ou Cartennien. Constitué par des grès et marnes dures grises, plus ou moins délitescentes.

9° Argiles et grès argilo-sableux miocènes à *Ostrea crassissima* intercalés ou surmontés par des calcaires blancs à polypiers.

10° Epanchements de basaltes et de leucotéphrites pléistocènes.

La petite carte au 1/200.000e ci-jointe montre l'extension de ces divers terrains.

(1) Pouyanne. *Loc. cit.*, et Pomel. Description stratigraphique générale de l'Algérie. Alger, 1889, p. 16.

(2) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, p. 990. Réunion extraordinaire d'Algérie.

(3) Bleicher Recherches sur le Lias et l'Oolithe inférieure de la province d'Oran. *A. F. A. S.*, 1881.

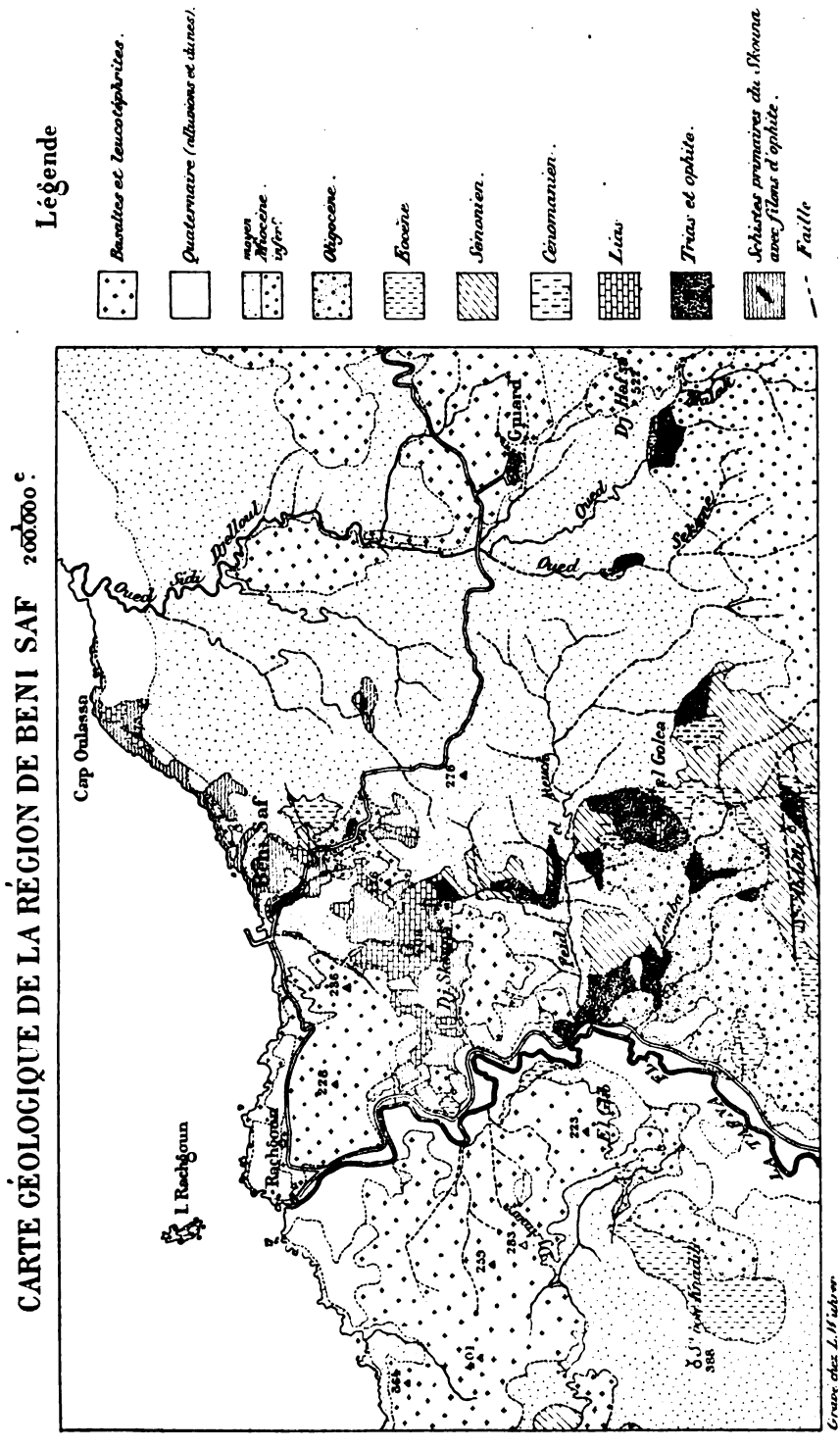

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE BENI SAF 1/200.000e
Légende
Basaltes et leucotéphrites.
Quaternaire (alluvions et dunes).
moyen Miocène.
infér.
Oligocène.
Eocène
Sénonien.
Cénomanien.
Lias
Trias et ophite.
Schistes primaires du Skouna avec filons d'ophite.
Faille
Cap Oulassa
Oued Sidi Djelloul
Beni Saf
Rachgoun
I. Rachgoun
Djebel Skouna
Djebel Hafsa
Oued Sekkeni
Oued
Guiard
el Golea
Lemba
Djebel el Meuch
Djebel el Gela
Gravé chez L. Wuhrer

Fig. 1.

Les relations stratigraphiques des terrains, dont l'énumération précède, avec les affleurements gypseux sont difficiles à saisir. Les contacts ne sont jamais nets. Le gypse, avec son cortège de marnes bariolées, cargneules, etc., renferme toujours, à ses limites, des cailloux de roches sédimentaires étrangères, ce qui serait facilement explicable dans l'hypothèse d'une origine filonienne.

Je me suis efforcé, dans mes récentes recherches, de me tenir à l'abri des erreurs qui pouvaient résulter, au point de vue de l'âge du gypse, des superpositions anormales et des déplacements faciles par voie de dissolution ou par efforts mécaniques de cette roche éminemment instable.

A cet effet, j'ai admis comme seul criterium de l'antériorité de la formation gypseuse par rapport à un terrain sédimentaire donné, *le remaniement, dans ce terrain, des éléments lithologiques de cette formation.*

J'ai donc observé minutieusement les contacts avec tous les sédiments avoisinants et j'ai constaté que tous les terrains énumérés plus haut, sauf les schistes et quartzites du Djebel Skouna, *sont postérieurs aux dépôts de gypse.*

Dépression du Feïd el Ateuch et de l'Oued Lemba. — 1° Le principal affleurement gypseux de cette dépression se trouve situé entre le Feïd el Ateuch et l'Oued Lemba. Il forme le piton de Kef el Golea.

Ce piton est couronné par un banc de calcaire identique à celui du Dj. Skouna et des Traras. Ce banc a 30 à 40^{m} d'épaisseur et s'étend sur 5 à 600^{m}. Je me suis assuré directement de sa superposition au gypse en faisant exécuter en divers points des sondages au contact du calcaire et des gypses. De plus ce calcaire renferme, à sa base, des cristaux de dolomie noire et de quartz bipyramidé, des morceaux de marnes bariolées, de cargneule, etc., appartenant à la formation gypseuse. Enfin, le banc calcaire surmonte et empâte au N.-O. un banc de cargneule qui paraît fortement relevé.

La coupe ci-contre (fig. 2) montre ces relations. Elle est relevée transversalement par rapport à la dépression du Feïd el Ateuch et de l'Oued Lemba. Elle montre sur le flanc nord du chaînon des Seba Chioukh un autre affleurement gypseux (avec filon d'ophite altérée) mis au jour par failles. La faille la plus méridionale est nette ; elle longe la petite chaîne sur une dizaine de kilomètres.

Au N. de Feïd el Ateuch, un autre lambeau de gypse se montre,

entraînant encore avec lui l'apparition du Crétacé.

Enfin la même coupe montre un affleurement gypseux sur le flanc sud-est du Dj. Skouna. En ce point, la formation est superposée aux schistes et quartzites anciens ; elle est recouverte par le calcaire liasique.

2° Un pointement gypseux important est celui de la Plâtrière de la Tafna, situé sur la route de Rachgoun à Tlemcen, au bord du fleuve. Il a été étudié pour la première fois par Ville (1). D'après ce savant on peut supposer que l'apparence de stratification de ce gypse témoigne de la transformation sur place de calcaire du Tertiaire moyen (Miocène) par des vapeurs d'acide sulfurique entraînées lors de l'apparition de la dolérite (ophite). Ce lambeau gypseux montre plusieurs pointements d'ophite plus ou moins altérée, presque toujours ouralitisée. J'ai cependant recueilli des échantillons à pyroxène frais.

Cet affleurement est coupé par le Feïd el Ateuch qui laisse à découvert, sur la rive droite de cet oued, un banc de calcaire dur, identique de texture au calcaire à plaquettes de bivalves de Souk Ahras. Je n'ai pu y trouver, malgré des recherches minutieuses, aucune trace d'organisme.

Au contact sont : le Sénonien, l'Eocène supérieur, l'Oligocène, le Miocène et le basalte. Leurs relations sont indiquées par la coupe ci dessous (fig. 3).

On peut voir le gypse en filons dans l'Eocène supérieur et dans le Sénonien, sous forme d'apophyses de la masse principale.

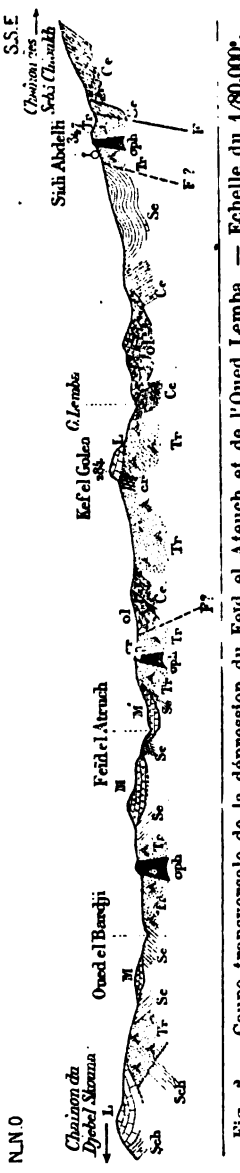


Fig. 2. — Coupe transversale de la dépression du Feïd el Ateuch et de l'Oued Lemba. — Echelle du 1/80.000e.
Sch, Schistes et quartzites du Dj. Skouna ; L, Calcaire liasique ; Se, Sénonien ; Ce, Cénomanien ; Tr, Gypse, marnes bariolées et cargneules ; oph, ophite ; Ol, Oligocène ; M, Miocène ; F, Faille.

(1) *Op. cit.*, p. 36-37.

3° Un affleurement qui mérite encore d'être signalé se trouve dans la partie supérieure de l'Oued Lemba. Il a plus d'un kilomètre d'étendue. Il est recouvert par le Cénomanien, le Sénonien et le Miocène. Il est caractérisé par l'abondance des marnes bariolées qui offrent comme couleur dominante le rouge foncé.

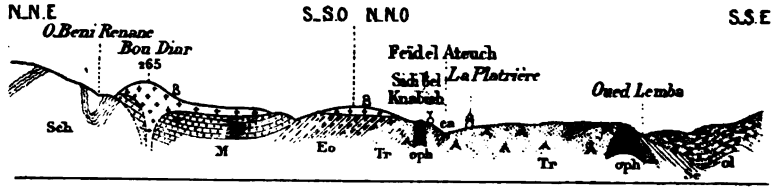


Fig. 3. — Coupe de la Plâtrière de la Tafna. — Echelle du 1/80.000e.

Sch, Schistes et quartzites du Djebel Skouna; Se, Sénonien; M, Miocène; Tr, Gypse et marnes bariolées, ca, calcaire à faciès de Muschelkalk, oph, ophite; Eo, Eocène; β, Basalte pléistocène.

Vallée de l'Oued Malah. — L'Oued Malah porte d'abord le nom d'O. Tafefra pendant tout son parcours dans le Miocène inférieur, depuis la crête d'Aïn Tekbalet jusqu'au volcan leucitique du Djebel Guerien. A partir de là, il prend le nom de Chabet ed Djira (ravin du gypse), à cause de la présence du gypse sur les flancs de la vallée qui se montrent, ici, assez escarpés.

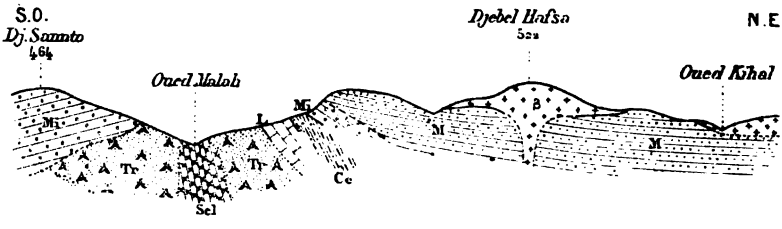


Fig. 4. — Coupe de la vallée de l'Oued Malah. — Echelle du 1/50.000e.

Tr, Gypse, etc., avec sel gemme; L, Calcaire liasique; Ce, Cénomanien; Mi, Miocène inférieur; M, Miocène à *O. crassissima*; β, Leucotéphrite pléistocène.

Cette coupure naturelle met au jour un lambeau assez important de gypses avec tout leur cortège de marnes bariolées, etc., et un gisement de sel gemme exploité depuis longtemps par les Arabes qui le retirent, pendant la période sèche, de puits grossiers creusés dans le thalweg de la rivière.

Ville (1) a signalé ce gîte salifère qu'il considérait comme enclavé dans le Tertiaire moyen (Miocène). Pour lui, l'existence du sel et du plâtre est due à l'apparition des basaltes avoisinants.

En réalité, le sel gemme est interstratifié dans la formation gypseuse qui montre, en ce point, une stratification assez nette. Cette formation est recouverte par tous les terrains au contact, savoir : lambeaux de calcaire liasique, marnes calcaires du Cénomanien et marnes et grès du Miocène.

La coupe ci-dessus (fig. 4), relevée à travers la vallée, montre ces relations.

L'eau douce de l'Oued Tafefra devient fortement saumâtre en traversant la masse de sel et la rivière prend, à partir de là, le nom d'Oued Malah (rivière salée).

Autres affleurements gypseux importants

En dehors de la région de Beni Saf, j'ai observé récemment, dans le Tell oranais, d'autres affleurements de ces gypses parmi lesquels, ceux d'Aïn Tellout (entre Tlemcen et Sidi Bel Abbès) et de Sidi Mohammed el Aïat (près d'Aïn-Temouchent), ont plus particulièrement appelé mon attention.

A Aïn-Tellout j'ai été frappé, en passant en chemin de fer, des couleurs vives d'un terrain qui s'étend aux abords de la gare et qui m'a immédiatement rappelé la formation gypseuse dont l'étude fait l'objet de cette note. D'autre part, le voisinage immédiat de la bande de Jurassique supérieur de Tlemcen-Lamoricière pouvait offrir, sur la question, des données importantes. Aussi, me suis-je attaché à visiter ce gisement. Cette visite m'a d'ailleurs été considérablement facilitée par l'extrême obligeance de M. Brunache, administrateur à Lamoricière, à qui je suis heureux d'adresser mes remerciments.

J'ai trouvé là, au nord de la voie ferrée, un développement de gypse salifère entremêlé de marnes jaunes, lie de vin, vertes, à couleurs très vives. Le gypse renferme, en outre, des calcaires noirâtres à faciès de Muschelkalk. Des *bancs* de cargneules disloqués se montrent nettement réguliers. En certains points ils rappellent les cargneules de Laverdure (2). Cette stratification régulière, surtout visible près du lit de l'Oued Hallouf — qui traverse l'affleurement —

(1) *Loc. cit.*, p. 47-49.
(2) Le Trias dans la région de Souk-Ahras, *loc. cit.*

ne peut laisser de doutes sur l'origine sédimentaire de la formation.

Près du lit de cette rivière le gypse est chargé de sel gemme. Les indigènes ont, depuis longtemps, creusé un puits qui se trouve alimenté par l'oued et duquel ils retirent une eau extrêmement chargée de chlorure de sodium. Ils utilisent cette eau pour le sel qu'elle renferme, soit en assaisonnant directement avec elle leur nourriture, soit en l'évaporant dans des chaudrons pour se servir du résidu sec. Ils font leurs provisions de préférence pendant l'été parce qu'ils ont reconnu la concentration plus grande de cette eau-mère dans la période sèche.

Ce gisement de sel est apprécié de la population indigène. Il alimente depuis longtemps toute la grande tribu des Oulad Mimoun.

Un filon d'ophite se montre à la limite occidentale de cet affleurement gypseux. C'est une roche foncée lorsqu'elle est fraîche, de couleur vert-clair lorsqu'elle est altérée. Au contact des marnes bariolées elle est vacuolaire, elle offre l'aspect d'un spilite. La roche fraîche montre, au microscope, la composition et la structure d'une véritable ophite. Le pyroxène montre une tendance à l'ouralitisation. La couleur verte de la roche altérée est due à de l'ouralite et de la chlorite secondaire.

Les relations stratigraphiques des gypses d'Aïn-Tellout sont nettes. Au sud de la voie ferrée, ces gypses sont recouverts par un terrain formé de bancs calcaires alternant avec des marnes dures : c'est le Jurassique supérieur de Tlemcen-Lamoricière.

Au nord de la ligne de chemin de fer, les gypses et marnes bariolées sont limités par la superposition d'une importante formation de marnes sableuses et caillouteuses appartenant au Miocène.

La superposition de ces deux terrains sur les gypses est nette : on peut constater les éléments lithologiques de cette formation remaniés par le Miocène et empâtés dans le Jurassique.

Ville (1) qui avait également étudié les gypses salifères d'Aïn Tellout, admet qu'ils ont traversé les calcaires secondaires. Les conglomérats miocènes qu'il attribue au Quaternaire sont, d'après ce savant, relevés au contact des gypses.

Affleurement de Sidi Mohammed el Aïat. — A 4 kilomètres à l'est d'Aïn-Temouchent, dans la petite vallée de l'Oued Souf el Tell, se montre un pointement de gypse sur lequel repose le marabout de Sidi Mohammed el Aïat. Il a déjà été étudié par Ville (2). Cet

(1) *Loc. cit.*, p. 34.
(2) *Loc. cit.*, p. 38-40.

affleurement gypseux est des plus exigus, il a au maximum 400 mètres suivant sa plus grande longueur. On y voit des gypses très impurs mélangés de marnes bariolées avec un banc de cargneule *régulier*. Un filon d'ophite altérée pointe à travers cet ensemble. Ce qui fait l'intérêt de ce gisement, c'est l'apparition du substratum de la formation gypseuse. Ce substratum est constitué par le *terrain cristallophyllien*.

On observe, en effet, sur une longueur de 40^{m} environ, un banc de gneiss granulitisé et de micaschiste à grenat visible sur une épaisseur d'une vingtaine de mètres. Ces roches micaschisteuses renferment de nombreux filonnets de quartz gras et sont traversées par un filon d'une magnifique pegmatite à grandes lamelles de muscovite, grands cristaux de grenat et de tourmaline.

L'affleurement gypseux de Sidi-Mohammed-el-Aïat est recouvert à l'est par les marnes et calcaires à silex de l'Eocène inférieur qui sont fortement relevés; partout ailleurs il est limité par la superposition des tufs et laves leucitiques des volcans pléistocènes de la région d'Aïn-Temouchent.

Conclusions

Les faits qui précèdent semblent bien m'autoriser à déduire les conclusions suivantes :

1° Les affleurements gypseux de la région occidentale du Tell oranais offrent, au point de vue de leur composition lithologique, une similitude parfaite avec le Trias du Djebel Chettaba et de la région de Souk-Ahras dans la province de Constantine.

Cette analogie existe, également, avec le Trias de la Provence que j'ai pu examiner en un point, à Saint-Germain, près de Simiane (Bouches-du-Rhône), sous la bienveillante direction de M. Vasseur.

Enfin, la similitude de faciès est non moins grande avec le Trias des Basses-Pyrénées (région de Saint-Jean-Pied-de-Port, Biarritz, falaises de Bidart) où j'ai eu l'occasion de le visiter l'été dernier, en compagnie de mon collègue et ami M. Blayac.

Cette assimilation lithologique paraît être confirmée par la situation stratigraphique de ces dépôts. Quoique je n'aie pu trouver de fossiles dans ces affleurements gypseux, il semble bien difficile de les classer ailleurs que dans le Trias, par le seul fait de la superposition et de la postériorité du Lias.

Au point de vue tectonique, l'exiguïté de ces affleurements paraît être en contradiction avec cette manière de voir, mais les coupes

ci-dessus confirment cette interprétation. Je ferai d'ailleurs remarquer, à ce sujet, que le gisement triasique du Djebel Chettaba — nettement caractérisé par *Myophoria vulgaris* Schloth. et *Gervillia socialis* Schloth. — se montre dans des conditions analogues. Je me réserve, en outre, de discuter en détail certains côtés de la question dans un mémoire plus important en préparation.

2° Le substratum constaté de ce terrain gypseux est constitué dans la région qui nous occupe soit par les schistes et quartzites du Djebel Skouna, soit par le terrain cristallophyllien (Sidi-Mohammed-el-Aïat).

La première de ces observations confirme l'âge primaire supposé des schistes du Djebel Skouna, et probablement, par analogie de faciès, des schistes des Traras (Oran) et de la Chiffa (Alger).

L'observation de Sidi-Mohammed-el-Aïat montre que le terrain gypseux repose encore sur la série primitive constituée par des gneiss, des micaschistes à grenat, etc.

Je montrerai, dans un travail d'ensemble sur toute la région comprise entre Oran et la frontière marocaine, comment on retrouve des indices de ce substratum cristallophyllien par la présence, dans des cratères leucitiques et basaltiques, de roches de la série primitive. Je me propose, en outre, à ce point de vue, de compléter cette étude par quelques considérations sur l'extension, en profondeur, dans les provinces d'Oran et d'Alger, de la série primitive; j'ai, en effet, recueilli, dans un grand nombre de pointements gypseux analogues, des blocs de micaschistes, gneiss, etc.

Mais je puis faire remarquer, dès à présent, que les roches micaschisteuses n'existent pas, dans les affleurements de la région de Beni Saf, ni dans la vallée du Feid-el-Ateuch, ni dans celle de l'Oued Malah où doivent s'étendre, au-dessous du Terrain gypseux, les schistes et quartzites primaires. Au contraire, dans l'est à partir de Sidi-Mohammed-el-Aïat (Aïn-Temouchent) se montrent, d'une façon presque constante, en blocs plus ou moins volumineux, le micaschiste à grenat et sillimanite.

Par contre, la roche amphibolique sur la nature de laquelle je me suis montré hésitant (1), existe dans le voisinage immédiat du massif du Djebel Skouna. Je l'ai récemment observée, en outre, en blocs — qui paraissent indépendants du terrain cristallophyllien qu'on y observe — dans le gîte de Sidi-Mohammed-el-Aïat.

Ces observations paraissent devoir classer cette roche plutôt dans

(1) Sur les roches de quelques gisements ophitiques d'Algérie. [illegible]

les diorites dipyrisées que dans les amphibolites ; et sa structure schisteuse, sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention, semble devoir être exclusivement attribuée au dynamométamorphisme.

3° Au point de vue géographique, l'existence de pointements triasiques dans la province d'Oran joue un certain rôle. C'est à ces affleurements gypso-salins qu'il faut attribuer — ainsi que l'a fait remarquer Ville — la salure de beaucoup de rivières. J'ai pu constater d'une façon précise, dans le Feïd el Ateuch, l'Oued Lemba, l'Oued Malah, etc., le point où ces cours d'eau se chargent de chlorure de sodium. Bien mieux, le changement de saveur de l'eau d'un même oued m'a quelquefois fait découvrir un pointement triasique.

Mon collègue M. Blayac vient également d'attribuer au lavage d'un terrain gypseux, offrant identiquement le faciès du Trias de Constantine et de Souk-Ahras, la salure des chotts des Hauts-Plateaux de l'Est Constantinois (1). Dans cette région, la salure des eaux est également due au lavage de marnes salifères d'âge probablement oligocènes.

4° L'âge triasique des pointements de gypse, dont l'étude fait l'objet de la présente note, ne préjuge rien de l'âge des Schistes d'Oran marqués *Trias ?* sur la carte géologique générale au 1/800.000e (2).

Cependant, sans avoir encore abordé sérieusement l'étude de ces schistes je puis, dès à présent, faire quelques réserves au sujet de leur âge supposé.

Une partie au moins d'entre eux devront être rapportés aux couches jurassiques à Posidonomyes déjà signalées avec assez de précision par M. Bleicher (3).

J'ai pu me convaincre, en effet, de la présence de ce niveau dans la partie des schistes qui affleure au Col du Santa-Cruz, grâce au dévouement de M. P. Pallary, un chercheur de mérite qui connaît admirablement les environs d'Oran.

J'ai également pu consulter des plaquettes à *Posidonomya,* provenant du même endroit, dans la collection du Service des Mines, grâce à l'extrême obligeance de M. l'Ingénieur Ravier, que je prie d'agréer tous mes remercîments.

(1) Les chotts des Hauts-Plateaux de l'Est Constantinois (Algérie). Origine de leur salure. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, p. 906.

(2) Alger, 1889.

(3) Recherches sur le Lias supérieur et l'Oolithe inférieure de la province d'Oran. *A. F. A. S.*, Alger, 1881.

Je puis ajouter, en outre, que l'ophite qui affleure (1) en divers points de la côte, notamment aux Bains de la Reine, entre Oran et le Cap Falcon, est accompagnée de gypse, marnes bariolées, etc... Ces petits affleurements gypseux m'ont bien paru être au-dessous de l'ensemble des Schistes d'Oran sans que je puisse, cependant, être très affirmatif sur ce dernier point.

5° Enfin, je ne puis terminer cette note sans réfuter de point en point ma première interprétation de ces gisements ophitiques de la province d'Oran (2).

L'allure filonienne que présentent, parfois très nettement, ces affleurements gypseux, tient à un déplacement du gypse, par voie de dissolution, sous l'influence des eaux d'infiltration ou de sources ascendantes. Il s'est ainsi formé ce qu'on appelle des *gypses régénérés*. Je montrerai prochainement le rôle qu'ont pu jouer, à ce point de vue, des sources chlorurées sodiques et sulfatées calciques, encore existantes, et que je classerai désormais dans le groupe des sources dites triasiques, des Pyrénées (3).

La présence fréquente de roches étrangères dans ces affleurements gypseux tient à des effets mécaniques puissants.

Le fait de la présence isolée de filons d'ophite dans les schistes primaires du Dj. Skouna s'explique par l'ablasion complète du Trias en ces points. Ces filons représentent le remplissage des cheminées d'éruptions d'ophite.

L'existence, dans les gypses, de certains minéraux (tourmaline, albite, dipyre, etc.), semble bien être due à des phénomènes de métamorphisme de contact, principalement de calcaire et d'ophite, ainsi qu'il résulte du remarquable mémoire de mon savant maître M. Lacroix, sur les ophites des Pyrénées (4).

Les phénomènes de substitution du gypse dans des blocs calcaires à faciès de Muschelkalk relèvent de la question toujours discutée de l'origine des gypses triasiques.

Au point de vue de l'âge des éruptions ophitiques, je dois infirmer mon observation du Cap Noe (existence d'un filon d'ophite dans les marnes du Miocène inférieur ou Cartennien). J'ai, en effet, découvert depuis de nombreux cailloux de cette roche à la base de cet étage miocène. Cette confusion paraît devoir s'expliquer par l'intervention d'une faille.

(1) Curie et Flamand. *Loc. cit.*, p. 63.

(2) *Loc. cit.*

(3) E. Jacquot et Wilm. Les eaux minerales de la France. Paris, Baudry, 1894, p. 19 et 399.

(4) *Bull. Serv. Carte geol. Fr.*, t. VI, N° 42, 1894-95.

J'ai constaté, en outre, que l'ophite a été reprise dans l'Eocène.

Il m'est bien difficile, à la suite de ces infirmations, de préciser l'âge de ces éruptions. Tout ce que je puis dire c'est que les ophites de la région littorale de la province d'Oran sont d'âge secondaire, et qu'elles ont traversé, en certains points, le calcaire du Lias inférieur et moyen des Traras (1).

(1) La présente note recevra prochainement un développement beaucoup plus important.

Je désire, en la terminant, exprimer mes respectueux remerciments à MM. les Directeurs du Service de la Carte géologique d'Algérie et, en particulier, à M. Pouyanne, qui m'a toujours affectueusement encouragé dans mes recherches. J'éprouve, également, la plus profonde reconnaissance à l'égard des éminents maîtres, MM. Fouqué, Michel-Lévy, Marcel Bertrand et Munier-Chalmas, qui m'ont guidé dans cette question délicate des gisements ophitiques.

Je me fais un devoir, en outre, de reconnaître tout le parti que j'ai tiré, dans cette étude, des savants travaux de MM. Michel-Lévy et M. Bertrand sur la question. Et je puis dire que c'est à la bienveillante impulsion de l'éminent directeur de la Carte géologique de la France que je dois d'avoir pu, dans la province d'Oran, jeter un peu de clarté sur la situation stratigraphique des dépôts gypseux au sujet desquels j'ai précédemment soutenu des idées que je répudie par la présente note.

ÉTUDE DU VERSANT MÉRIDIONAL DE LA MONTAGNE NOIRE

par M. J. BERGERON.

SOMMAIRE

I. Age tournaisien des schistes dits à *Pleurodictyum*. — II. Etude des assises sous-jacentes à ces schistes. Série dévonienne à structure fibreuse. — III. Lydiennes et calcschistes de la base du Tournaisien. — IV. Tectonique de l'extrémité orientale du versant méridional de la Montagne Noire. — V. Age des plissements de cette région. — VI. Tectonique du versant méridional de la Montagne Noire à l'ouest de la dépression de la vallée de l'Orb. — VII. Vallée de l'Orb dans sa traversée de ce versant méridional.

I

Bien que la partie orientale de la Montagne Noire, et en particulier la région de Cabrières, ait été l'objet de nombreuses études géologiques, il y restait cependant toute une série schisteuse dont la position stratigraphique ne semblait pas correspondre à l'âge que lui faisait attribuer la faune qu'on y avait rencontrée. Ces schistes sont secs, cassants, souvent un peu micacés; leur coloration est bleue ou verte.

En 1889, M. de Rouville (1) y signala pour la première fois, la présence de fossiles déterminables rapportés au *Pleurodictyum problematicum*. Cinq ans plus tard, MM. de Rouville et Delage (2) étudiant de nouveau ces schistes dans la région comprise entre Vailhan et Vieussan, reconnurent qu'il fallait rattacher à la même formation les conglomérats et grès à lydienne qui forment des bandes au milieu de ces schistes. En même temps, ils disaient y avoir recueilli des *Pleurodictyum problematicum*, *Athyris Esquerrai*, *Chonetes sarcinulata*. Les gisements se multipliaient : on en citait près de la Liquière, et près de Faugères.

Tous les fossiles que j'avais recueillis dans ces gisements ou que je m'étais procurés, se trouvaient dans un trop mauvais état de

(1) Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de Cabrières, etc. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII, p. 176, 1889.

(2) *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Section des Sciences. Séance du 9 juillet 1894. Extrait du procès-verbal.*

conservation pour qu'il fût possible de les déterminer avec certitude. J'avais donc admis l'âge coblencien inférieur de ces schistes.

Mais lorsqu'il s'est agi de terminer les contours géologiques de la feuille de Bédarieux et que je suis retourné dans la région de Cabrières pour élucider quelques points douteux, ces schistes attirèrent tout particulièrement mon attention. D'abord ils ne se rencontrent *jamais* entre le Gothlandien et le niveau à *Spirifer cultrijugatus*, position que leur assignerait *Pleurodictyum problematicum*. De plus, dans les environs de Faugères, de Laurens, de Cabrières, ils passent *sous* l'Ordovicien. Me basant sur ce fait et sur sa constance dans toute la région orientale de la Montagne Noire, j'en avais conclu que ces schistes devaient se rattacher à ce dernier étage et qu'il y avait lieu d'étudier à nouveau et avec le plus grand soin les fossiles qu'on y avait trouvés (1).

Ayant pu retourner dans le Midi au printemps dernier, j'ai repris l'étude de ces schistes. Grâce aux fossiles que m'a remis M. Escot et à ceux que j'ai trouvés moi-même dans un gîte qu'il m'avait signalé près de Faugères, grâce aussi aux fossiles de ce niveau qui appartiennent à l'Université de Lyon et que M. Depéret a bien voulu me communiquer, j'ai pu me convaincre que ces schistes n'appartenaient ni à l'Ordovicien, ni au Coblencien inférieur, mais au Tournaisien. Quoique mal conservés, plusieurs de ces fossiles peuvent être rapportés au genre *Productus ;* l'un d'eux, assez abondant, est *Prod. semireticulatus*. Les Spirifers sont nombreux, mais le plus souvent indéterminables ; il y en a un de très grande taille et à grosses côtes qui appartient au groupe du *Spirifer tornacensis*. Enfin, les *Cyrtia* sont représentés par une espèce qui rappelle beaucoup celles du Carbonifère. Peut-être y a-t-il parmi les Polypiers une forme voisine des *Pleurodictyum,* mais il ne se rencontre dans les différents gisements aucune espèce comparable à celles du Coblencien inférieur.

Ces schistes sous l'action de la pression sont devenus fibreux (schistes xyloïdes de M. de Rouville), ou bien satinés. Dans ce dernier cas, ils peuvent être facilement confondus avec les schistes à séricite, les schistes du Cambrien et de l'Ordovicien inférieur. Cependant on arrive toujours à les reconnaître, quand ils sont en grandes masses. D'ailleurs, les bancs de grès ou de conglomérats à lydienne qui les accompagnent, sont bien caractéristiques.

La faune recueillie dans ces schistes appartenant au Carbonifère

(1) *Bulletin Service Carte géol.*, t. X, p. 130.

inférieur ou Tournaisien, il est très naturel que MM. de Rouville et Delage aient rencontré dans ces couches, qu'ils rapportaient au Dévonien inférieur, une flore déterminée par M. Zeiller comme Carbonifère (1).

Si l'âge tournaisien de ce niveau m'a été révélé tout d'abord par la présence de *Spirifer tornacensis*, mes études stratigraphiques postérieures n'ont fait que confirmer cette opinion en me permettant d'établir l'âge du substratum. De plus, du côté de Laurens sur ces schistes et en concordance de stratification avec eux, reposent des grès à végétaux et à *Phillipsia* ainsi qu'un calcaire gris à *Productus giganteus*, qui les surmonte. L'âge viséen de ces derniers horizons a été établi depuis longtemps et ce fait eût dû faire prévoir que les schistes sous-jacents étaient tournaisiens si l'opinion n'avait été bien arrêtée, par ce qu'on croyait voir à Cabrières, que le Carbonifère est absolument indépendant des assises sous-jacentes. Je dirai plus loin comment il faut interpréter cette soi-disant règle générale. Jusqu'à présent, pour la raison que je viens de dire, il n'avait été tenu aucun compte du substratum.

D'ailleurs le Tournaisien est si peu connu et en de si rares points qu'on est peu porté à le chercher. En France, il n'y a que M. Julien (2) qui l'ait signalé dans ce qu'il appelle la bande ouest du Morvan. D'après les photogravures, la roche serait la même dans la Montagne Noire et dans le Plateau central ; les fossiles y seraient aussi mal conservés. Mais étant donnés l'aspect ancien que peut présenter le Tournaisien et la rareté des fossiles, il est probable qu'il a dû échapper bien souvent aux géologues qui l'auront pris pour quelque niveau silurien.

II

L'âge carbonifère de ces schistes étant établi, j'ai été amené à modifier ma manière de voir sur bien des points de la géologie de l'extrémité orientale de la Montagne Noire : d'abord sur l'âge de certaines couches sous-jacentes, puis sur la tectonique de cette région.

Le substratum de ces schistes, dans la région de Cabrières comme de Faugères, est formé de haut en bas par des alternances de calcschistes et de lydienne, puis par des schistes, des calcschistes et des calcaires de couleur grise, rouge, blanche, etc., de structure fibreuse.

(1) DE ROUVILLE et DELAGE. *Loc. cit.*
(2) *Le terrain carbonifère marin de la France centrale*, 1896.

Tout cet ensemble de calcaires et de calcschistes très cristallins, présentant les plus grandes analogies, au point de vue lithologique, avec les calcaires de la partie supérieure du Georgien, je l'avais rapporté au Cambrien, ainsi que les lydiennes l'accompagnant (1). J'avais cru trouver une confirmation de ma manière de voir dans une coupe relevée à l'Est de Roquessels et dont je parlerai plus loin (V. p. 479).

Cependant, le fait que cette série et les schistes tournaisiens qui les recouvrent, sont en concordance de stratification, m'amena à rechercher de nouveau des fossiles dans les calcaires. C'est alors que j'ai reconnu quelques sections de Goniatites dans les calcaires noduleux et fibreux de couleur rouge : c'était les marbres griottes et malgré leur aspect ancien ils devaient être rangés dans le Dévonien supérieur. Mais leur faciès est bien différent de celui sous lequel ils se rencontrent généralement. Une partie des concrétions calcaires a été dissoute par les eaux superficielles ; à leur place se voient des vacuoles, au milieu de calcaires schisteux et fibreux. L'aspect est celui des calcschistes troués du Georgien supérieur. Ce sont les pressions subies par le Dévonien qui ont ainsi modifié son faciès.

Quant aux calcaires sous-jacents dans lesquels je n'ai encore rencontré que des tiges d'encrines et quelques polypiers, ils doivent représenter tous les autres termes du Dévonien qui existent dans la Montagne Noire, car ils sont compris entre le Silurien et le Carbonifère.

Cette série dévonienne, avec les mêmes caractères dus à la compression, se retrouve dans tout le massif calcaire s'étendant de Vieussan à Cabrières. En cette dernière région elle constitue le Caragnas qui a servi de type pour les calcaires fibreux (2).

III

Entre le niveau des marbres griottes et les schistes tournaisiens, il y a un ensemble d'assises dans lesquelles je n'ai trouvé jusqu'ici aucun fossile ; il me serait donc bien difficile de savoir où placer la ligne de démarcation entre le Dévonien et le Carbonifère, si je n'avais pu suivre l'exemple des géologues qui se sont occupés du

(1) *Bulletin Service Carte géol.*, t. X, p. 127.

(2) Toute cette série calcaire avait été rangée par M. de Rouville dans le Dévonien, mais à la base, au-dessous du Coblencien. Voir Tableau des terrains qui composent le sol de l'Hérault. Atlas d'anatomie stratigraphique.

Hartz inférieur. Dans cette région se voit une série qui, d'après les descriptions qui en ont été données par MM. Beushausen, Denckmann et Max Kock (1), est très voisine de celle que je viens de décrire. Il semble résulter de leurs études que la base du Carbonifère débute avec les lydiennes, les schistes et les calcschistes qui les accompagnent. Dans le Hartz il y aurait sur les calcaires griottes et terminant le Dévonien, des schistes à Cypridines. Peut-être dans la Montagne Noire ce dernier horizon est-il représenté par des schistes inférieurs à la série des lydiennes. Mais je n'y ai pas encore trouvé de fossiles et je ne puis me prononcer (2).

Ce niveau des lydiennes peut servir de repère au milieu des séries calcaires et schisteuses, quelle que soit leur structure. Je l'ai rencontré avec ses mêmes caractères en un grand nombre de points, et grâce à lui, j'ai toujours pu retrouver la superposition des couches même là où elles étaient le plus disloquées (3).

IV

Pour rendre la tectonique plus claire je commencerai par décrire une coupe allant du Pic de Tantajo au Causse de Laurens (fig. 1) (4).

Tout d'abord les assises paléozoïques sont amenées au contact des couches jurassiques par une faille, la plus importante de la région de Bédarieux qui passe au pied du Pic de Tantajo, pic d'une altitude de 518^{m} ; je la désignerai pour cette raison sous le nom de *faille du Tantajo*. D'un côté, vers le Nord, ce sont les dolomies bajociennes et bathoniennes ; de l'autre, vers le sud, ce sont des schistes d'aspect gras, de couleur bleu foncé, d'âge Potsdamien supérieur ou Ordovicien inférieur. Sur la feuille de Bédarieux, je les ai figurés comme appartenant à l'Ordovicien inférieur pour bien mettre en évidence leur âge plus récent que celui des schistes qui se trouvent du côté du massif gneissique.

(1) M. Kock. Nachweis von Culm und Clymenienkalk im Unterharz. *Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt* f. 1895, p. 125. — Beushausen, Denckmann und Kock. Neue Beobachtungen aus dem Unterharz. *Jahrb. d. pr. geol. Landesanstalt* f. 1895, p. 127. Il y a là un nouveau trait de ressemblance entre le Paléozoïque du Hartz et celui de la Montagne Noire.

(2) C'est par suite de ce doute que je n'ai pas cru devoir séparer ces schistes des calcaires griottes sous-jacents, sur la feuille de Bédarieux et dans les coupes suivantes.

(3) J'ai été à même, cet été, de reconnaître la constance de ses caractères dans les Pyrénées et dans les environs de Barcelone (*Note ajoutée pendant l'impression*).

(4) Pour faire ressortir, sur les coupes, la disposition en écailles, j'ai accusé entre les couches en place et celles en recouvrement, une discordance qui existe d'après leur allure générale, mais qui n'est pas visible à leur contact.

Immédiatement au-dessus reposent des calcaires fibreux de couleur foncée, parfois dolomitiques, qui correspondent à tous les niveaux du Dévonien, sauf à l'étage à *Clyménies* ou calcaire griotte qui est représenté par des calcschistes troués, semblables à ceux dont j'ai parlé plus haut. Puis ce sont les schistes peut-être à Cypridines. Les calcschistes et les lydiennes de la base du Carbonifère qui font suite sont recouverts par les schistes bleus du Tournaisien. Mais, au niveau du tunnel de la route, de Bédarieux à Faugères, réapparaissent les calcaires fibreux que surmontent plus au sud le Dévonien supérieur et les lydiennes. Il semble qu'il y ait entre les deux séries, une faille mettant les schistes tournaisiens au contact du Dévonien.

A ces bandes en succèdent d'autres vers le sud, constituées très sensiblement de la même manière et qui n'offrent rien de particulier.

Celle dans laquelle est creusé le tunnel de Pétafi, près la gare de Faugères, permet, grâce à la tranchée qui se trouve à la sortie du tunnel, de reconnaître les calcaires griottes aux Goniatites qu'ils renferment et de voir la succession des étages.

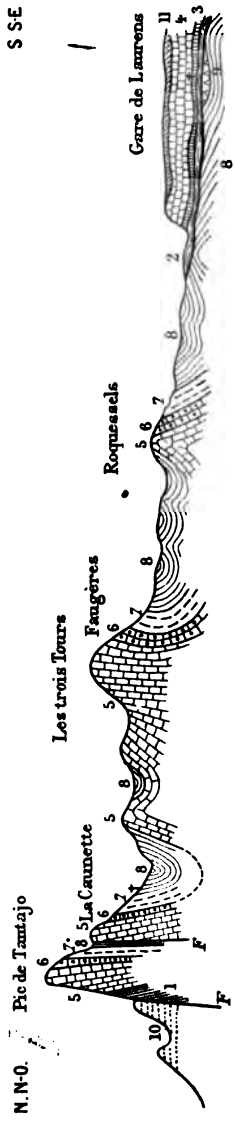


Fig. 1. — Coupe passant par le Pic de Tantajo et le Causse de Laurens.

1, Schistes du Potsdamien supérieur ou de l'Ordovicien inférieur; 2, Schistes à grands *Asaphus*; 3, Gothlandien; 4, Coblencien; 5, Dévonien du Coblencien au niveau à *Paroniceras curvispina*; 6, Calcaires griottes et schistes à Cypridines ?; 7, Lydiennes du Carbonifère inférieur; 8, Schistes tournaisiens; 9, Calcaires et grès viséens; 10, Dolomies bajociennes et bathoniennes; 11, Alluvions pliocènes.

Aux lydiennes de cette bande succèdent des schistes tournaisiens qui occupent une surface considérable. C'est en plusieurs points de la plaine qu'ils forment, qu'ont été rencontrés les

fossiles caractéristiques. Fréquemment, dans ces schistes rendus fissiles par compression, on trouve des traces d'articles d'encrines, ainsi que des vacuoles qui correspondent à des fossiles disparus; cependant quelques-uns ont laissé des traces d'empreintes de côtes (Brachiopodes).

Au niveau du village de Roquessels, surgit au milieu de ces schistes une bande calcaire correspondant à un anticlinal, et dans laquelle il n'est guère possible de distinguer les horizons dévoniens autres que les calcaires noduleux ou calcaires griottes; ces derniers sont accompagnés des lydiennes carbonifères.

Au sud de cet anticlinal, apparaissent *sur* les schistes tournaisiens des schistes dans lesquels ont été trouvés de grands *Asaphus*. Ces schistes siluriens disparaissent sous des schistes et des calcaires ampeliteux du Gothlandien que recouvrent à leur tour les calcaires et les dolomies du Coblencien du Causse de Laurens. Celui-ci est un plateau de calcaires dévoniens que bordent de tous côtés des affleurements de Gothlandien et d'Ordovicien, sauf vers le sud où il disparaît sous les assises permiennes et secondaires. Un peu au nord de la grange du Pin, vers Gabian, le Silurien est plus complet : on retrouve le niveau à *Orthis Actoniæ* et *Echinosphærites* sous le Gothlandien. Mais le substratum de toutes ces assises siluriennes est toujours constitué par des schistes tournaisiens. Parfois même, comme à la gare de Laurens, la série silurienne est en contact, par superposition, avec le calcaire carbonifère, niveau de Visé.

Cette position du Silurien sur le Carbonifère est constante dans toute la région comprise entre Laurens et Cabrières ; et presque partout il y a superposition normale des assises dévoniennes sur les assises siluriennes.

On ne peut expliquer cette disposition que par une structure en écailles. Il y a eu renversement de plis anticlinaux avec poussée venant du sud; sous l'action de cette poussée le flanc méridional du pli a chevauché vers le N. par rapport au flanc septentrional. Dans la région comprise entre Laurens et Gabian, l'écaille est unique et forme un vrai lambeau de recouvrement ; elle est si régulière qu'il ne semble pas y avoir d'accident géologique ; mais à mesure que l'on s'avance vers l'Est, les écailles deviennent plus nombreuses et se greffent les unes sur les autres ; par suite, en certains points, la structure devient pour ainsi dire indéchiffrable, comme du côté de Cabrières.

Cette structure imbriquée se reconnaît dans toute la partie méridionale de l'extrémité orientale de la Montagne Noire, entre Laurens

et Villeneuvette. Dans cette région les assises paléozoïques semblent, au point de vue de la texture, n'avoir subi aucune modification ; et c'est là qu'ont été trouvés les niveaux fossilifères. C'est pourquoi par suite de la régularité apparente observée dans la superposition de ces niveaux, il était admis que l'on avait affaire à des assises en place. Par contre, là où les séries que j'ai énumérées plus haut, sont en place, elles sont fibreuses ou schisteuses par suite de la pression à laquelle elles ont été soumises lors du plissement et du refoulement des écailles situées plus au sud. De plus, les fossiles sous l'action de la pression, et des glissements qui en sont résultés, ont en grande partie disparu. Cette différence de structure et cette contradiction apparente entre celle des massifs en place et celle des écailles, ont été déjà signalées dans plusieurs régions plissées, notamment dans les Alpes.

Il serait trop long d'étudier chaque écaille; je me contenterai d'exposer les particularités les plus intéressantes offertes par quelques-unes d'entre elles (1).

J'ai signalé plus haut (p. 478) l'existence près de Roquessels d'un anticlinal formé principalement de Dévonien supérieur et des lydiennes du Carbonifère inférieur. Ce pli se prolonge vers l'est; mais il a été renversé vers le nord et au fond d'un ravin que longe la route allant de Gabian à Fos, on reconnaît l'Acadien avec *Conocoryphe Levyi* Mun.-Ch. et J. Berg. recouvert immédiatement par les lydiennes sur lesquelles reposent les griottes ainsi que les autres calcaires dévoniens. Non-seulement il y a eu en ce point renversement, ainsi qu'il résulte de l'ordre de superposition des couches, mais il y a encore des failles, des étirements locaux, accidents dont l'interprétation est fort difficile. En tous cas, la présence de l'Acadien ne peut s'expliquer qu'en admettant que l'écaille de Gabian-Laurens que je viens d'étudier comprenait également le Cambrien à sa base ; cette écaille se prolongeait jusqu'à Roquessels, mais elle n'offrait pas partout la même constitution. Lors du charriage du Silurien sur le Carbonifère, certains horizons ont disparu par laminage, tandis que d'autres ont subsisté ; le fait est évident en un grand nombre de points de l'écaille de Gabian-Laurens, où certains termes du Silurien, en particulier les horizons gréseux, font défaut au milieu de la série plus complète. Cette écaille se serait donc prolongée vers le nord, mais sous l'influence de la pression continuant à venir du sud, il y aurait eu formation d'un anticlinal

(1) Se reporter à la feuille de Bédarieux que va publier prochainement le Service de la Carte géologique.

de Dévonien supérieur (calcaire griotte) et de lydiennes carbonifères, qui se serait couché sur le lambeau de schistes acadiens.

Il est probable qu'il faut rattacher à cette même écaille de Gabian-Laurens, d'autres de moindre surface situées plus à l'est : l'une au sud-est de Roquessels, d'autres près des métairies de Ste-Cécile, de Magrignan, etc. Ce dernier lambeau repose sur une bande de calcaire viséen qui passe par les ruines du mas Foulquier (fig. 2). A l'est de ce même lambeau, au sud de Vailhan, le même

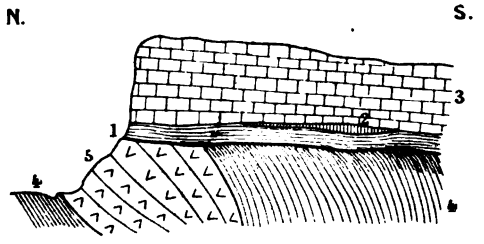


Fig. 2. — Coupe prise près du Mas Foulquier.

1, Ordovicien; 2, Gothlandien; 3, Coblencien; 4, Tournaisien; 5, Calcaire viséen.

calcaire forme des massifs isolés au milieu des schistes tournaisiens : leur allure qui est l'exagération de ce que l'on voit près du Mas Foulquier, rappelle celle de grandes vagues ainsi que M. de Rouville l'a fait remarquer. Ce sont en réalité des restes de synclinaux couchés dont une très grande partie a disparu. Les plis auxquels il faut rapporter ces lambeaux disparaissent sous les assises siluriennes et dévoniennes presque horizontales du plateau du Falgairas.

Ce sont des érosions qui ont isolé ces lambeaux les uns des autres, en creusant la série paléozoïque jusqu'aux couches profondes ; de la sorte, elles ont permis aux assises carbonifères d'apparaître sous le Silurien. C'est ainsi que l'on trouve dans le fond des vallons des lambeaux de calcaire carbonifère, de grès à *Phillipsia* et de schistes tournaisiens au milieu d'assises siluriennes et dévoniennes. Cette disposition est très fréquente et la constance de la présence du calcaire à *Productus giganteus* dans des dépressions de chaque côté desquelles se rencontraient en superposition normale le Silurien et le Dévonien, avait amené à penser que le Carbonifère occupait d'anciens fjords creusés dans les assises paléozoïques plus anciennes.

La largeur suivant laquelle cette écaille est visible, si on admet

que le lambeau de schistes acadiens situés à l'est de Roquessels lui appartienne, serait de 4 kil. 800 m. Il est bien certain que là où elle cesse d'être visible vers le sud, on n'a pas encore la racine du pli dont elle dépend ; cette écaille devait donc avoir une largeur d'au moins 5 kilomètres. C'est la largeur maxima qu'on puisse trouver dans cette région pour des écailles de terrains paléozoïques.

En rattachant à une même écaille les lambeaux situés à l'est de la première que j'ai signalée entre Gabian et Laurens, on voit que de Laurens au Falgairas, il y avait recouvrement sur une longueur de dix kilomètres environ. Au delà de ce plateau du Falgairas se succèdent en grand nombre des contacts anormaux qui ne sont dus qu'à des chevauchements de plis étirés. La région de la Combe Izarne est particulièrement riche en accidents de ce genre.

Lorsque, quittant le plateau du Falgairas, on descend vers ce vallon, on passe de la dolomie dévonienne au Gothlandien, puis à l'Ordovicien, qui affleure au fond de la Combe, au point où le chemin de Cabrières à Neffiez tourne vers le sud-est. Mais en contact avec l'Ordovicien ce sont, suivant les points, des calcaires griottes à grands Orthocères et à grandes Clyménies, puis en s'avançant vers l'est des lydiennes, puis des schistes bleus secs, enfin au niveau du Mas de Roque c'est le calcaire viséen (fig. 3). Il semble qu'il y ait là une faille coupant en biseau toute la série du Dévonien supérieur au Viséen. Mais en suivant cet accident vers le nord-ouest, on remarque que peu à peu le Dévonien supérieur

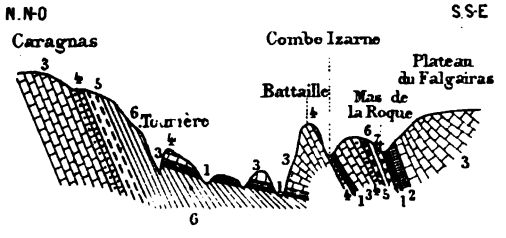


Fig. 3. — Coupe allant du Caragnas au plateau du Falgairas.

1, Ordovicien inférieur ; 2, Gothlandien ; 3, Dévonien inférieur et moyen ; 4, Dévonien supérieur et en particulier calcaire griotte ; 5, Lydiennes carbonifères ; 6, Schistes tournaisiens ; 7, Calcaire viséen.

disparaît pour faire place aux niveaux inférieurs et la soi-disant faille se perd dans le Coblencien vers le nord-ouest. On peut expliquer cette allure en admettant qu'il y a eu formation d'un synclinal intéressant tout le Dévonien et le Carbonifère, puis qu'il s'est

couché et que l'anticlinal situé plus au sud l'a recouvert et s'est rompu dans sa partie axiale en même temps que la partie méridionale chevauchait sur le synclinal, produisant ainsi un contact anormal.

La Combe Izarne elle-même est due à un accident de ce genre. Le Silurien s'y trouve au contact du Dévonien supérieur réduit à l'état de lambeaux, puis du Dévonien inférieur, tandis que plus à l'ouest la série dévonienne reprend sa régularité. La combe a été creusée entre le Silurien et le Dévonien supérieur, au contact de deux roches de dureté différente.

Des restes d'écailles se retrouvent plus au nord, jusque près du Caragnas ;, ils se reconnaissent à des lambeaux de Silurien, soit seul, soit surmonté de Dévonien comme à Tourière, reposant sur le Carbonifère.

Plus à l'est encore, dans les collines dites les Japhet, on peut suivre un synclinal dessiné par le Dévonien supérieur et par les lydiennes carbonifères; mais il a été étiré, laminé, et ne se retrouve plus qu'à l'état de lambeaux. D'autre part, l'anticlinal qui le détermine vers le sud a été lui-même contourné, étiré et attaqué par les érosions, aussi retrouve-t-on les schistes à *Amphion* de l'Ordovicien inférieur au milieu du Dévonien inférieur et à une altitude supérieure à celle du Dévonien supérieur. Il y a entre les Japhet et le village de Peret une série de plis superposés ; mais les érosions ont attaqué les assises dévoniennes et siluriennes et, par suite, le substratum formé de calcaire viséen et de schistes tournaisiens apparaît au fond de la vallée descendant de Japhet IV à N.-D. de Peret.

Sur le versant nord des Japhet, et dans la vallée qui monte de Cabrières aux Crozes, apparaît au milieu des schistes ordoviciens une bande de calcaire viséen désignée dans le pays sous le nom d'*écharpe à l'Espagnole ;* elle est en place et les schistes siluriens qui se trouvent de chaque côté la recouvrent et appartiennent à la base de l'écaille. Ce qui me confirme dans cette opinion c'est que la bande ordovicienne qui borde cette *écharpe* viséenne vers le nord, ayant été entamée par l'érosion dans le ravin du Bron, on voit au fond de ce dernier apparaître les schistes tournaisiens sous les schistes ordoviciens.

On retrouve encore quelques lambeaux de calcaire viséen sous l'Ordovicien dans la vallée du Cadenas et jusque près de Villeneuvette. D'autre part, l'Ordovicien forme encore une écaille dans la plaine du Cadenas sur les schistes tournaisiens, au pied du pic de Bissous.

Tous les accidents que j'ai signalés jusqu'ici provenaient des poussées dirigées du sud-est vers le nord-ouest. Mais le principal relief de la région de Cabrières, le pic de Bissous ou encore pic de Cabrières, résulte du renversement d'un anticlinal dévonien sur le Carbonifère, sous l'action d'une poussée venant du nord (fig. 4). Par

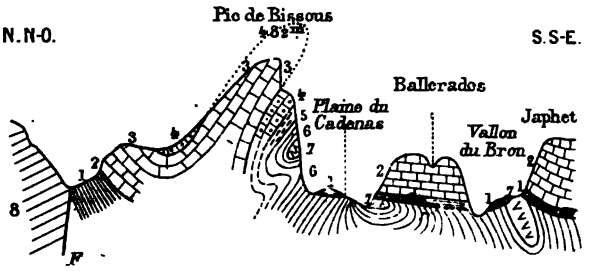


Fig. 4. — Coupe allant du Pic de Bissous à la colline des Japhet.

1, Ordovicien; 2, Dévonien inférieur; 3, Givétien; 4, Dévonien supérieur; 5, Lydiennes carbonifères; 6, Schistes tournaisiens; 7, Calcaire viséen; 8, Trias.

suite de ce renversement on trouve à la partie inférieure de ce pic des schistes secs bleus ou verts, d'ailleurs très plissés et au milieu desquels il y a parfois des blocs de calcaire viséen. Mais, au-dessus de ces derniers se retrouvent encore les mêmes schistes secs qui finissent par être recouverts par des calcschistes dits *calcaires à colonnes* et par des lydiennes, puis par les marbres griottes, les calcaires à *Paroniceras curvispina*, enfin par les calcaires blancs du Pic qui appartiennent au Givétien. Ce sont ces derniers qui forment le point culminant. Il y a donc eu un renversement des couches, renversement qui se suit tout le long de la crête de la montagne jusqu'au-dessus de Villeneuvette. Le fond de la vallée reste d'ailleurs constitué par les schistes tournaisiens. Mais tandis que le bord septentrional de la vallée est formé par un anticlinal renversé vers le sud, le bord méridional est constitué par une écaille due à une pression venant du sud-est. Il y a donc eu, dans cette partie tout-à-fait orientale de la Montagne Noire, deux mouvements en sens contraire; cependant ils semblent être en relation l'un avec l'autre. Celui qui a abouti au renversement des couches qui forment le pic de Bissous, est dû sans doute à une réaction vers le sud, provoquée par l'effort venant du sud, de la part du massif ancien situé plus au nord et dans le prolongement de l'axe gneissique de la Montagne Noire; ce massif ne se voit plus actuellement parce qu'il s'est

effrondé avec les assises secondaires qui le recouvrent, entre Bédarieux et Lodève, lors de la formation de la faille du Tantajo ; mais il n'en existe pas moins puisqu'on le retrouve vers le nord-est dans les Cévennes.

V

Les plissements dont je viens de parler ainsi que les accidents qui les accompagnent et qui en résultent, sont tous antérieurs au Permien et au Trias. En effet les sédiments triasiques reposent avec une faible inclinaison sur le Silurien entre Mourèze et Villeneuvette tandis qu'entre Villeneuvette et Lieuran-Cabrières ils recouvrent à la fois le Tournaisien et le Dévonien de l'écaille la plus orientale de Cabrières. Du côté de Gabian, le Permien inférieur cache la partie méridionale de la grande écaille dont j'ai parlé plus haut ; il est recouvert lui-même par le Trias sans qu'il y ait trace de chevauchement ou de dislocation dans ces assises de la fin du Primaire et du commencement du Secondaire. Je suis donc porté à considérer ces plissements comme de la fin du Carbonifère. Peut-être sont-ils antérieurs au dépôt du terrain houiller de Neffiez qui se serait formé dans un synclinal préexistant.

La Montagne Noire peut donc compter parmi les massifs formés durant l'époque primaire et présentant des phénomènes tectoniques complexes.

Depuis quelques années on a reconnu qu'il en était ainsi pour un grand nombre des ridements anciens : dans les Appalaches, en en Ecosse, dans les bassins houillers du Nord de la France et de la Belgique, les dislocations avec étirements et recouvrements sont considérées comme des phénomènes fréquents. Il semble qu'à mesure que les massifs montagneux anciens sont mieux connus, ils présentent entre eux et entre les massifs de formation plus récente des analogies plus complètes au point de vue de la tectonique.

VI

Si, de l'extrémité orientale, on continue vers l'ouest l'étude de ce même versant méridional de la Montagne Noire, la nature et l'âge des couches changent à partir de la grande dépression orientée nord-sud que suit d'une manière générale la vallée de l'Orb. Les schistes de l'Ordovicien occupent le fond de cette dépression et y forment une bande qui s'étend du nord au sud, de Tarassac jusqu'à la rivière de Vernazobres. Mais ils plongent de façon différente

suivant les points où on les étudie et ils circonscrivent entre Vieussan et Roquebrun une cuvette ouverte vers l'est. Les bords de cette dernière sont formés par les calcaires dévoniens et les lydiennes, tandis que son centre est occupé par les schistes tournaisiens. Si dans toute la région de Vieussan le plongement des bords de la cuvette se fait normalement vers le sud, par contre il y a renversement des couches entre Boissezon et Ceps et, par suite, les schistes ordoviciens reposent sur le Dévonien et le Carbonifère (fig. 5) ; le plongement se fait alors vers l'ouest. Puis dans la région

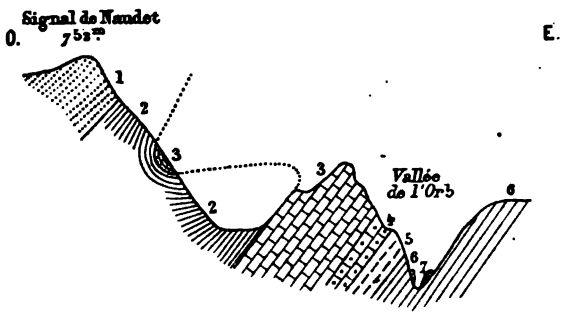


Fig. 5. — Coupe en travers de la dépression de la vallée de l'Orb.

1, Potsdamien; 2, Ordovicien; 3, Dévonien inférieur et moyen; 4, Dévonien supérieur et particulièrement calcaires griottes; 5, Lydiennes carbonifères ; 6, Schistes tournaisiens; 7, Alluvions pleistocènes.

de Roquebrun-St-Nazaire la même série se redresse jusqu'à la verticale et même se couche un peu vers le nord ; la poussée s'y est encore fait sentir du sud-est vers le nord, tandis que dans la région comprise entre Boissezon et Ceps la pression s'est exercée du sud-ouest au nord-est.

Si nous examinons cette dernière région, nous voyons qu'elle correspond à un anticlinal renversé. L'existence de ce pli est rendue évidente par la présence d'une série de lambeaux de calcaires dévoniens, se faisant suite les uns aux autres, orientés suivant la direction nord-sud et situés au voisinage des hameaux de la Mausse, Escagnes et Mézeilles. A leur allure, on peut reconnaître que ce sont des débris d'un synclinal ; ces calcaires devaient se rattacher à ceux que j'ai signalés entre Boissezon et Ceps; mais, par suite d'érosions, le Dévonien et le Carbonifère ont disparu dans la partie axiale de l'anticlinal couché qui n'est plus constitué que par des schistes ordoviciens.

L'Ordovicien, le Dévonien et les Lydiennes carbonifères se poursuivent encore dans la vallée du Jaur, mais avec l'aspect particulier que j'ai signalé dans les massifs soumis à de fortes pressions; ils n'y occupent qu'une faible surface.

A l'ouest de la bande ordovicienne se dresse, entre la vallée du Jaur et celle du Vernazobres, un massif constitué par les différents niveaux cambriens affectés eux-mêmes de plis dont j'ai eu déjà l'occasion de parler (1); je n'y reviendrai pas. J'y ai signalé le pli en éventail de Poussarou ainsi que quelques lambeaux de recouvrement de calcaire et de schistes au milieu de la série régulière des plis; mais on n'y rencontre aucun accident comparable aux écailles dont j'ai signalé l'existence entre Laurens et Cabrières.

Ainsi, au point de vue de la constitution géologique, comme au point de vue de l'allure des couches, la grande dépression de la vallée de l'Orb sépare le versant méridional de la Montagne Noire en deux parties distinctes : vers l'ouest, c'est le Cambrien porté à une grande hauteur affecté de plis assez réguliers et entouré de terrains paléozoïques plus récents; vers l'est, c'est une cuvette carbonifère située à un niveau bien inférieur à celui des assises cambriennes et entourée par les lydiennes carbonifères, le Dévonien et le Silurien; mais, tandis que la bordure septentrionale restait en place et présentait seulement des modifications de structure dues à la pression, la bordure méridionale, vers l'extrémité orientale, se plissait, se couchait et venait recouvrir en écailles une partie de la cuvette.

VII

La dépression de la vallée de l'Orb joue de plus un rôle important dans la géographie de la Montagne Noire. La nature schisteuse des éléments qui la constituent, l'a rendue plus facilement attaquable aux érosions; de là, la formation de cette grande dépression. L'Orb ne l'occupe pas dans son entier; il présente une allure assez irrégulière et semble résulter de la rencontre de deux cours d'eau coulant primitivement, l'un vers le nord, l'autre vers le sud et situés tous deux dans le voisinage de Ceps (2). La grande coupure, bien qu'orientée normalement à la direction générale des plis, n'est donc pas comparable à une cluse.

(1) Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de Saint-Chinian. *B. S. G. F.*, 3e sér., T. XXII, p. 576.

(2) Dans un prochain mémoire je reviendrai sur la géographie physique de la Montagne Noire.

Le cours de l'Orb existait déjà très sensiblement identique à ce qu'il est actuellement, à l'époque où ses affluents et ceux du Jaur, qui prennent naissance dans la région gneissique, formaient à leur confluent avec ces deux cours d'eau des cônes de déjection. Les débris de ces derniers, charriés par l'Orb, ne se trouvent jamais qu'au fond de la vallée, à une altitude variant de 15m à 20m au-dessus du lit actuel ; ils ont été entraînés jusque dans la vallée du Vernazobres.

M. **J. Bergeron** a reçu, en 1896, après la publication dans le Bulletin de la Société de plusieurs notes paléontologiques sur les Trilobites de la base de l'Ordovicien de la Montagne Noire, une lettre du Prof^r Schmidt, de Saint-Pétersbourg, lui signalant les analogies qui existaient entre la faune du Languedoc et celle de la base de l'Ordovicien en Esthonie. Puis, ont paru des notes de MM. Brögger et Pompeckj assimilant les mêmes couches du Midi aux assises à *Ceratopyge* de la Norvège et à l'étage de Trémadoc de l'Angleterre. M. J. Bergeron admet très volontiers cette assimilation qui concorde avec le fait sur lequel il a toujours insisté, que cette faune se trouve à la base de l'Ordovicien ; cette assimilation peut être faite maintenant que les caractères de l'étage de Trémadoc et des couches à *Ceratopyge* (couches à *Euloma* et *Niobe* de M. Brögger) sont mieux connus. Cela ne veut pas dire que les espèces du Nord de l'Europe et celles du Languedoc soient les mêmes ; M. J. Bergeron maintient la valeur des espèces nouvelles qu'il a décrites, tout en reconnaissant que les noms génériques de quelques-unes d'entre elles peuvent être changés.

M. **J. Bergeron** présente, au nom de M. **Goldberg** et au sien, le résultat d'expériences entreprises sur la cristallisation des corps dans un courant liquide. Il décrit les expériences et montre un cristal d'alun obtenu dans un courant d'eau saturée d'alun ; ce cristal est très bien formé et à faces très brillantes comme ceux obtenus par M. de Watteville dans les expériences où c'était le cristal qui était animé d'un mouvement de rotation au milieu d'un liquide saturé. Ces expériences et d'autres en cours d'exécution, ont été entreprises en vue d'étudier le mode de cristallisation des minéraux dans les filons et les géodes.

Séance du 7 Novembre 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. **Bergeron** signale la présence de M. Davis, professeur de géographie physique à l'Université de Cambridge, qui s'est fait connaître en France par ses beaux travaux sur l'ancienne vallée de la Moselle. Au nom de la Société il lui souhaite la bienvenue.

Il prononce ensuite l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Vous avez pu voir, dans le Compte-Rendu sommaire de la Réunion extraordinaire, que, depuis notre dernière séance de juin, la Société avait éprouvé des pertes cruelles et nombreuses.

» Notre secrétaire pour l'étranger, **Félix Bernard**, s'était fait connaître par des travaux de Paléontologie qui lui avaient valu une juste notoriété. J'ai tenu à dire sur sa tombe toute l'estime que nous avions pour lui et à assurer de la sollicitude de la Société à leur égard, les pauvres femmes qu'il laisse derrière lui.

» **Hippolyte Crosse**, comme directeur du Journal de Conchyliologie, avec notre confrère, je pourrais dire avec notre ami, Paul Fischer, a rendu trop de services à la Géologie par la publication de nombreux mémoires de Paléontologie, pour que votre Président n'ait pas cru de son devoir de lui dire un dernier adieu en votre nom.

» **A. Pomel**, directeur du Service de la Carte géologique d'Algérie, correspondant de l'Institut, est de ceux qui ont fait faire le plus de progrès à la Géologie et à la Paléontologie de notre grande colonie. M. Ficheur veut bien se charger de nous exposer, à la prochaine séance générale annuelle, la vie et l'œuvre scientifique de celui qui fut son maître.

» **James Hall** a eu une longue existence tout entière consacrée à la science. Nous lui devons, ainsi qu'à ses collaborateurs, des études sur le Paléozoïque de l'Amérique, qui sont de vrais modèles.

» **Gabriel de Mortillet** avait débuté par des travaux de Géologie pure; mais il devint bientôt un adepte passionné de l'Anthropologie et il acquit rapidement une grande notoriété.

» J'espère que deux de nos confrères voudront bien retracer, à la séance générale de 1899, la vie de ces savants et leur rendre la justice qui leur est due.

» J'ai encore la triste mission de vous annoncer la mort de M. **Gallois**, membre de la Société depuis 1879, décédé le 20 avril dernier à l'âge de 64 ans; celle du Dr **Meunier**, membre de la Société depuis 1875, décédé le 2 juin 1898, enfin celle de M. **de Lavernède**, membre de la Société depuis 1863, décédé le 17 juillet 1898, à l'âge de 86 ans.

» Rarement, en aussi peu de temps, nos pertes ont été si nombreuses; il faut plus que jamais chercher à recruter de nouveaux membres. C'est dans ce but que votre Conseil a décidé d'organiser tous les mois une conférence dans laquelle seront traitées des questions de géologie susceptibles d'application. Il espère attirer ainsi à nous un plus grand nombre de praticiens. Ces derniers, en effet, sont moins nombreux à notre Société que dans les Sociétés similaires, ainsi qu'il résulte des statistiques établies par M. Barrois l'année dernière. M. Gosselet, qui a su grouper autour de lui un grand nombre d'industriels en leur montrant les services que la Géologie pouvait leur rendre, était tout désigné pour inaugurer ces conférences. Je me suis donc adressé à lui tout d'abord. Il a accueilli ma demande avec un empressement dont je lui exprime, au nom de la Société, tous mes remerciements.

La première conférence aura lieu le lundi 21 novembre, à 8 h. 1/2; elle aura pour sujet : l'*Alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France.*

» Rien d'ailleurs ne sera changé à nos séances : elles conserveront toujours leur caractère scientifique ; il n'y aura en plus, par mois, qu'une communication pouvant intéresser les praticiens. En organisant ces conférences, votre conseil n'a fait que se conformer à l'esprit de l'article II de notre règlement constitutif ainsi conçu : *L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.*

» Il est encore d'autres mesures d'ordre financier qui pourraient nous attirer de nouveaux membres : votre Conseil en sera saisi prochainement.

» Si c'est une obligation pour nous de nous occuper activement, à l'heure présente, du recrutement de nouveaux adhérents,

il semble que dans l'avenir il doive être rendu plus facile, grâce à une décision ministérielle qui réintègre la Géologie dans les programmes de l'enseignement secondaire. Les jeunes générations connaissant mieux cette science, en prendront sûrement le goût. M. Gaudry vous a entretenus des démarches qu'il a faites auprès du Ministre de l'Instruction publique pour obtenir cette importante réforme. C'est par sa persévérance et par la façon dont il a plaidé la cause de la Géologie qu'il a remporté cette victoire, que les réponses faites jusqu'ici à toutes nos démarches ne nous permettaient guère de prévoir ; je lui en exprime toute notre gratitude.

» Conformément aux traditions établies par notre Société dès sa fondation, les différentes Sociétés géologiques ont tenu des sessions extraordinaires pendant les vacances. La Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie a visité, au mois d'août dernier, la Lorraine et les Vosges. Le lieu de réunion était Nancy, où je suis allé souhaiter, en votre nom, la bienvenue à nos confrères belges. MM. Bleicher et Nicklès avaient organisé à leur intention des collections paléontologiques relatives à la région ; de plus, ils nous ont conduits à quelques gisements fossilifères particulièrement intéressants du Jurassique. Mais il était deux questions d'un intérêt général que nos confrères belges étaient venus étudier spécialement.

» La première concernait l'ancien cours de la Moselle. Plusieurs savants, notamment Wohlgemuth et M. le prof^r Davis, de Cambridge, ont émis l'opinion que cette rivière avait suivi autrefois la vallée de la Meuse à partir de Pagny, en passant par le val de l'Ane. Il s'agissait d'en trouver quelque trace dans cette dernière région. Nous n'avons rencontré dans le fond de ce vallon aucun gravier ; s'il en existe, c'est sous une couche de terre végétale qui porte actuellement des prairies et qui peut provenir de l'éboulement des flancs de la vallée. Etant donnée la disposition topographique de ce vallon, il est bien vraisemblable que la Moselle a dû le suivre et passer, par suite, dans la vallée de la Meuse; mais pour élucider la question, M. Cavallié, directeur des Fonderies de Pont-à-Mousson, a bien voulu s'engager à faire pratiquer les sondages nécessaires pour reconnaître la nature du sous-sol. D'ici peu nous serons donc fixés sur ce point si intéressant de Géographie physique.

» La seconde question était relative au glaciaire des Vosges. Sous la conduite de MM. Bleicher et Barthélemy, nous avons constaté la présence de blocs erratiques sur les cimes de la rive gauche

de la Moselle ; dans plusieurs vallées, notamment dans celle de St-Maurice, il y a des roches moutonnées avec poli et stries ; enfin, en quelques points, il s'est formé des cirques dont l'origine paraît être glaciaire. Quant aux barrages naturels qui coupent les vallées et derrière lesquels se sont formés les lacs si connus des Vosges, ils sont tous fluvio-glaciaires ; aucun ne peut être assimilé à une moraine. Leurs éléments, le plus souvent des graviers, sont stratifiés. La question du glaciaire des Vosges n'a pu être élucidée par la Société ; mais il est bien à désirer qu'elle soit reprise comparativement à celle des glaciers alpins.

» Le succès de cette réunion a été très grand et je suis persuadé que nos confrères de Belgique auront rapporté un excellent souvenir de leur excursion en France.

» Notre Société, ainsi qu'il avait été décidé, a tenu sa réunion extraordinaire à Barcelone du 28 septembre au 8 octobre. J'ai le regret de constater qu'un tiers seulement des membres inscrits a été exact au rendez-vous. Les défections ont été relativement encore plus nombreuses pour les courses supplémentaires à Olot et dans la province de Lerida. Il eût été cependant à désirer que nous fussions nombreux : d'abord pour témoigner ainsi de notre sympathie à l'égard de nos confrères espagnols, puis pour répondre au soin qu'ils avaient mis à organiser nos excursions dans des régions où les moyens de transport et les logements sont difficiles à se procurer.

» Vous avez pu juger par le Compte-Rendu sommaire de cette réunion du très grand intérêt qu'elle a présenté. D'ailleurs nous avons l'intention, MM. Depéret, Carez et moi, de vous en entretenir dans une prochaine séance. Grâce au savoir et à l'amabilité de nos confrères, MM. Almera, Vidal et Bofill, notre réunion à Barcelone a été une des plus profitables au point de vue scientifique et une des plus agréables. Je suis heureux de les remercier encore aujourd'hui de leur accueil et de féliciter de nouveau M. le chanoine Almera d'avoir su faire de Barcelone un véritable centre géologique ».

Le Président annonce quatre présentations.

M. J. Bergeron offre à la Société, de la part de M. **Fourtau**, une brochure intitulée : *La côte ouest du Sinaï, étude de géographie physique.*

M. E. de Martonne appelle l'attention de la Société sur l'abondance extraordinaire des dons reçus pendant les vacances.

Il croit devoir signaler les plus importants :

Parmi les publications françaises il faut citer en premier lieu trois thèses de doctorat qui sont l'œuvre de trois des membres les plus estimés de la Société : *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon*, par **A. Dereims** ; *Etude géologique des environs de Campulung et de Sinaia* (*Roumanie*), par **V. Popovici** ; *Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea* (*Roumanie*), *terrains secondaires*, par **V. Anastasiu**. — Le Service de la Carte géologique de l'Algérie a envoyé neuf volumes : *La Kabylie du Djurjura*, par **A. Ficheur**, et huit Monographies paléontologiques dues à notre regretté confrère **A. Pomel**.

De l'Espagne, nous avons reçu une collection de 10 numéros du *Diario de Barcelona*, contenant le compte-rendu des excursions faites aux environs de Barcelone par la Société (don de M. Bofill). — 2 vol. des Mémoires de la *Comision del Mapa Geologico de España* (*Explicacion del Mapa Geologico de España*, par L. Mallada).

M. **Haug** présente une note intitulée : *Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie*, qu'il a publiée dans les Compte-rendus du Congrès de l'A. F. A. S. à Saint-Etienne (p. 366-376). Dans cette note il discute les questions suivantes : 1° Transgressions ; 2° Rôle prépondérant des dômes ; 3° Relations de l'Atlas tunisien avec les régions voisines. Un essai de carte orotectonique de la Tunisie et une carte schématique des lignes directrices des chaînes entourant la Méditerranée servent à l'intelligence des vues théoriques exposées par l'auteur.

M. Haug dépose également sur le bureau le numéro du 30 juin de la *Revue générale des Sciences*, contenant la *Revue annuelle de géologie*. Comme les années précédentes, M. Haug n'a traité dans cette Revue annuelle qu'un petit nombre de questions qui lui ont paru être particulièrement à l'ordre du jour : 1° la classification des faciès, 2° les mers paléozoïques, 3° le Jurassique boréal, 4° la limite du Crétacé et du Tertiaire.

M. **A. de Lapparent** fait hommage d'une note parue dans l'annuaire du Club alpin et intitulée : *Le Vésuve et la Somma*.

M. **A. Gaudry** entretient la Société du résultat de ses démarches relatives à l'introduction de la Géologie et de la Paléontologie dans les programmes de l'enseignement secondaire.

M. Gaudry annonce que M. **Fayol** vient de découvrir des Reptiles dans le Houiller de Commentry.

Le Président félicite de nouveau M. Gaudry du succès qu'il a obtenu ; il a déjà eu l'occasion de remercier M. Mangin de son intervention devant le Conseil supérieur de l'Instruction publique. Le rapport de M. Mangin ainsi que les nouveaux programmes, seront soumis à la Commission du Bulletin qui verra s'il y a lieu de les insérer dans notre Bulletin (1).

Rapport présenté au Conseil supérieur de l'Instruction publique

par M. MANGIN (2).

MESSIEURS,

Vous avez été sollicités, à plusieurs reprises, par les géologues les plus éminents, d'intervenir en faveur d'un enseignement entièrement sacrifié dans les plans d'études de l'enseignement secondaire. Malgré vos sympathies pour une science aussi attrayante que la Géologie, vous avez hésité jusqu'ici à ajouter un nouveau fardeau à celui, déjà considérable, des connaissances inscrites dans nos programmes.

A la suite d'un vœu émis par un certain nombre de nos collègues, la Section permanente a établi un projet qui concilie les exigences de la culture générale et le désir, plusieurs fois exprimé, par les géologues.

Ce projet a été adopté à l'unanimité par votre Commission, et j'ai l'honneur de vous demander de l'accepter, sauf de très légères modi-

(1) Conformément à la décision de la Commission du Bulletin nous insérons le rapport de M. Mangin et l'arrêté du 6 août 1898.

(2) **Arrêté relatif à l'enseignement de la Géologie dans les classes de l'enseignement secondaire classique et de l'enseignement secondaire moderne**

ART. 1er. — Les programmes de l'enseignement de la géologie, dans les classes ci-après désignées de l'enseignement secondaire classique ou de l'enseignement secondaire moderne, sont déterminés ainsi qu'il suit :

CLASSE DE CINQUIÈME CLASSIQUE OU MODERNE

(Géologie jusqu'au 1er janvier. — Botanique, à partir du 1er janvier).

Notions préliminaires de Géologie.

Ce programme est strictement limitatif.

Le professeur devra toujours faire porter ses explications sur des échantillons de roches mis sous les yeux des élèves ; il se servira également de planches

fications de détail introduites en vue de simplifier les leçons ou de préciser leur caractère.

Voici l'économie générale du projet. Dans la classe de cinquième classique ou de cinquième moderne, l'enseignement de la Géologie ne comprendra plus qu'un trimestre, du 1er octobre au 1er janvier, et sera consacré à l'examen des phénomènes géologiques actuels.

Par des descriptions toujours accompagnées de dessins ou de photographies au moyen de pierres ou de fossiles mis entre les mains des élèves, ceux-ci acquerront la connaissance des modifications lentes mais continues du sol. L'histoire du torrent ou de la rivière, le récit de la promenade sur les côtes, de l'ascension des montagnes et des volcans présentés au moyen d'exemples choisis de préférence en France, prépareront l'enseignement ultérieur de la Géographie.

Dans la classe de seconde classique ou de troisième moderne, le projet introduit douze conférences d'une heure, spécialement employées à l'étude de la formation du sol. La revision des phénomènes actuels et leur comparaison avec les phénomènes anciens permettront d'abord de faire connaître le mécanisme de la formation des terrains.

Une instruction placée en tête du programme proscrit rigoureusement les listes des fossiles ou des nombreux étages distingués dans chaque terrain. Le professeur choisira, dans chaque grande période, les faits dominants de son histoire, et par l'examen des êtres, par celui des dépôts les plus importants, il s'attachera à retracer la physionomie de chacune de ces périodes et à faire connaître l'état des continents.

murales et de dessins tracés au tableau. L'enseignement sera complété autant que possible par des excursions dirigées par le professeur.

Notions sommaires sur les principales roches : granite, porphyres, basalte, argile et schistes, calcaires, marnes, grès et sables, meulières, gypse.

Modifications continues du sol.

Dégradation des roches par l'action de l'eau et de l'air ; creusement des vallées. — Alluvions ; dépôts d'eau douce et dépôts marins. — Deltas.

Glaciers : moraines, blocs erratiques.

Chaleur interne du globe : sources thermales, dépôts, filons métallifères.

Volcans : filons de roches.

Tremblements de terre : déplacements des lignes de rivage.

CLASSE DE SECONDE (CLASSIQUE). — CLASSE DE TROISIÈME (MODERNE).

GÉOLOGIE

(12 conférences d'une heure par semaine).

Dans ces conférences, l'énumération des diverses couches : étages, sous-étages, les listes de fossiles sont rigoureusement proscrites. Le professeur se bornera à faire connaître les traits principaux de chacun des âges de la terre, à décrire

C'est ainsi que, dans les temps primaires, il insistera sur la constitution du Massif armoricain, du Plateau central et des Vosges ; sur l'origine et la formation de la houille, sur les éruptions de granites et de porphyres.

Dans les temps secondaires, il fera ressortir l'importance et la variété des Reptiles qui pullulaient dans les mers ou sur les terres ; il insistera sur l'existence des mers calmes baignant l'Armorique, le Plateau central, les Vosges, qui ont formé les puissantes assises de calcaire, les récifs de polypiers, si répandus dans le Jura, la vallée de la Meuse.

Dans les temps tertiaires, caractérisés par l'extension des Mammifères herbivores, l'attention de l'élève sera, en outre, attirée sur la poussée qui a fait surgir du sein des mers les massifs montagneux de l'Europe et de l'Asie ; en France notamment, il assistera à la naissance des Alpes et des Pyrénées et à la formation consécutive du Jura.

Ces exemples suffisent pour vous montrer l'importance des conférences que nous vous proposons d'instituer, au point de vue de la culture générale.

Mais ces conférences ne porteraient aucun fruit si elles étaient dépourvues de tout caractère pratique. Non seulement le professeur devra utiliser en classe tous les matériaux : roches, fossiles, planches murales, etc.; mais il est indispensable qu'il conduise ses élèves sur le terrain ; c'est dans la carrière voisine du lycée ou du collège, au bord de la rivière ou sur les coteaux environnants, qu'il résumera les leçons faites en classe. Votre Commission insiste tout spécialement sur la nécessité de ces promenades géologiques.

les formes vivantes les plus importantes au moyen d'objets mis sous les yeux des élèves, de planches murales, de photographies et de dessins exécutés au tableau noir. Quelques excursions seront indispensables pour compléter le cours.

Revision sommaire des phénomènes actuels : comparaison avec les phénomènes anciens.

Roches éruptives, roches sédimentaires, stratification, fossiles.

Les temps primaires. — Principales formes animales : brachiopodes, articulés, premiers vertébrés. — Alluvions végétales ; origine et importance de la houille. Répartition des mers et des continents. — Principales roches.

Les temps secondaires. — Ammonites, Bélemnites. — Extension des Reptiles, premiers Oiseaux et Mammifères. — Apparition des plantes à fleurs. — Répartition des terres et des mers. — Extension des récifs de coraux. — Principales roches.

Les temps tertiaires. — Extension des Mammifères. — Les découvertes de Cuvier dans le gypse. — Les mers et les continents ; climats. — Formation des grandes chaînes de montagnes. — Principales roches.

Les temps quaternaires. — Phénomènes glaciaires ; leur grande extension. — Creusement des vallées.

Dans la classe de philosophie enfin, 4 ou 5 leçons d'une heure, prises sur le temps normal de la classe, seront consacrées à des notions très sommaires de paléontologie. Tandis que dans la classe de seconde, on étudie surtout la formation du sol, les formes vivantes servant seulement à établir la chronologie des périodes, dans la classe de philosophie, le professeur reprend une à une les principales formes vivantes, il les compare de manière à mettre en relief les perfectionnements progressifs dus à l'adaptation.

Au moyen des données fournies par les travaux des savants de tous les pays, parmi lesquels les paléontologistes français tiennent une place prépondérante, il est possible, aujourd'hui, en se restreignant à quelques types bien connus, de donner aux élèves de philosophie des idées nettes sur l'évolution et de montrer que, dans la suite des temps, le transformisme règle la succession des êtres.

Le petit programme de paléontologie a été remanié par la Commission en vue de préciser le caractère des leçons qui seront données.

En adoptant ces propositions, vous aurez réalisé, sous une forme modeste, un enseignement concret, approprié à chaque âge des élèves, qui ouvre à leur esprit des horizons nouveaux et les invite à penser.

A la suite de la discussion, sur l'observation faite par un de ses membres, la Commission a émis le vœu que les notions de paléontologie puissent être aussi enseignées dans la classe de mathématiques élémentaires.

Apparition de l'Homme; cavernes, cités lacustres. — Faune : Mammouth, Rhinocéros, Renne.

Phénomènes volcaniques des périodes tertiaire et quaternaire.

CLASSE DE PHILOSOPHIE. — CLASSE DE PREMIÈRE (SCIENCES).

III. — Notions sommaires de paléontologie (1).

Les animaux des temps primaires. — Développement des Invertébrés : Trilobites; Insectes de la houille. — Premiers Poissons.

Les animaux des temps secondaires : Ammonites et Bélemnites. — Développement des Vertébrés à sang froid. — Premiers Oiseaux.

Les animaux des temps tertiaires et quaternaires. — Développement des Vertébrés à sang chaud. Leurs rapports avec les types actuels. — Histoire du Cheval. — L'Homme.

ART. 2. — Les dispositions des règlements antérieurs sont abrogées en ce qu'elles ont de contraire au présent arrêté.

ART. 3. — Le présent arrêté aura son effet à dater de l'année scolaire 1898-1899.

Léon BOURGEOIS. (6 août 1898).

(1) Ces notions représentent, *au maximum*, la matière de cinq leçons d'une heure; le professeur s'attachera surtout à montrer les liens qui unissent les formes anciennes aux formes actuelles, et à mettre en évidence les phénomènes d'adaptation.

SUR L'ÉVOLUTION DES DENTS DES MAMMIFÈRES

par M. **Florentino AMEGHINO** (1).

J'ai eu l'occasion d'étudier en détail votre savant mémoire : *La dentition des ancêtres des Tapirs*, dans lequel vous arrivez à une conclusion opposée à celle que j'ai adoptée dans mon travail sur l'évolution des dents des Mammifères. J'ai dit que les molaires antérieures ont été au commencement aussi compliquées que les molaires postérieures. Je persiste encore dans la même opinion ; la complication graduelle des molaires de remplacement pendant les temps tertiaires, comme celle que vous constatez chez les Tapirs, n'étant qu'un retour à la complication primitive. Je crois posséder sur ce sujet toutes les preuves paléontologiques nécessaires ; je ferai connaître dans un nouveau mémoire avec de nombreuses figures dont je m'occupe en ce moment.

C'est une question de la plus grande importance, surtout au point de vue de l'interprétation des faunes éteintes de l'Amérique du Sud, et, comme l'apparition de mon mémoire peut être retardée, je prends la liberté de vous exposer en peu de mots la synthèse de mes recherches sur ce sujet. Je crois que cela pourra vous intéresser et peut-être pourriez-vous trouver aussi des choses semblables chez quelques-uns des plus anciens Mammifères tertiaires de France.

Sur la plupart des Mammifères crétacés, à partir du *Proteodidelphys* du Crétacé inférieur, et même sur un certain nombre de ceux des premiers temps tertiaires, et parmi ces derniers sur les premiers représentants des vrais singes, comme *Homunculus* de l'Eocène, etc., on observe que les molaires de remplacement, vues par leur côté externe, ont une apparence simple, très différente de celle des molaires persistantes. Pourtant, en regardant ces mêmes molaires par leur couronne ou par leur côté interne, on observe que leur face interne est compliquée de façon à présenter, quoique amoindris, les mêmes éléments ou le même nombre de denticules que présentent les molaires persistantes. Alors on s'aperçoit que ces dents ont subi une rotation, de sorte que leur moitié postérieure s'est portée sur leur côté interne ; les molaires occupent en conséquence dans

(1) Lettre communiquée à la Société par M. Albert Gaudry.

la mandibule une position oblique, tandis qu'en haut elles sont comprimées d'avant en arrière et très élargies transversalement. Cette partie postérieure, devenue interne, s'est graduellement atrophiée jusqu'à disparaître, donnant aux molaires de remplacement et aux dents caduques une forme très simple qui ensuite s'est compliquée à nouveau pendant les temps tertiaires et c'est ce retour graduel à la forme primitive observée par les paléontologistes de l'Amérique du Nord qui a donné origine à la théorie de la trituberculie.

La position oblique des molaires de remplacement chez les anciens mammifères fut le résultat d'un resserrement de la denture faute de place pour se développer. La diminution de l'espace destiné au développement des molaires de remplacement est en relation avec le plus ou moins de retard dans le développement de quelques dents d'une même série. Les dents caduques et les dents persistantes appartiennent à une même série, la première, tandis que la deuxième n'est représentée que par les seules molaires de remplacement. Or, les plus anciens Mammifères avaient les dents caduques en fonction en même temps que toutes les dents persistantes, c'est-à-dire qu'il y avait en fonction toute la première série complète avec toutes les molaires bien développées (la première excepté) et à peu près de la même forme d'un bout à l'autre de la série. Chez ces anciennes formes les dents caduques restaient donc en fonction en même temps que les dents persistantes durant une longue partie de la vie et l'on peut dire jusqu'à l'âge adulte ; par conséquent, les molaires de la deuxième dentition remplaçant les molaires de la première série qui étaient caduques, occupaient le même espace et avaient la même grandeur.

Après cette phase, il est survenu un avancement prématuré de plus en plus accentué dans la chute des dents caduques, qui sont tombées quand les animaux n'étaient pas encore adultes; les vraies molaires ou molaires persistantes restaient en fonction ; elles prirent alors un plus grand développement, envahissant une partie de l'espace laissé libre par les dents caduques, qui, tombant plus tôt, restaient plus petites; les dents de remplacement trouvant l'espace raccourci et la première molaire persistante qui les empêchant de s'étendre en arrière ont dû se presser et prendre une position oblique, le lobe postérieur tourné vers le côté interne. Cette position oblique des molaires antérieures et le manque d'espace pour leur complet développement, produisit chez la plupart des Mammifères à molaires compliquées la simplification du côté interne des molaires

antérieures et spécialement du lobe postérieur, qui, chez beaucoup de genres, disparaissait complètement.

Ces changements se sont accomplis durant l'époque crétacée et les premiers temps de l'époque tertiaire. Puis, dans les temps tertiaires il y eut un changement en sens inverse : un retard progressif dans l'évolution et le développement des molaires persistantes, de sorte qu'il arriva un moment où les dents caduques étaient toutes en fonction avant que les dents persistantes eussent fait leur apparition. Les molaires caduques trouvant donc la place libre prirent un plus grand développement en arrière, augmentant ainsi la place destinée aux molaires de remplacement et diminuant dans la même proportion l'espace destiné aux molaires persistantes (vraies molaires) qui sont devenues proportionnellement plus petites. Ce grossissement des molaires de remplacement fut accompagné d'une complication (ou plutôt recomplication) graduelle qui donna aux molaires une apparence uniforme d'un bout à l'autre.

D'après une comparaison des matériaux paléontologiques avec ceux que fournissent les mammifères modernes, on peut dire qu'à mesure que diminue la durée de fonctionnement des molaires caduques, l'espace destiné aux molaires de remplacement diminue et qu'à mesure que le développement des molaires persistantes est plus tardif, il y a augmentation de l'espace occupé par les molaires caduques et les molaires de remplacement.

LA ZONE A *PLACENTICERAS UHLIGI* ET LA ZONE A *MARSUPITES ORNATUS* DANS LE CRÉTACÉ DE L'ALGÉRIE

par M. **PERON.**

I

LA ZONE A *PLACENTICERAS UHLIGI*

Dans une note du 6 juin dernier, *Sur quelques fossiles du Pérou*, M. Douvillé a signalé une faune assez particulière dont les principales formes sont *Placenticeras Uhligi*, *Enallaster Tschudii*, etc. Il a rappelé que, d'après les études de M. Choffat, *P. Uhligi*, associé à *Mortoniceras rostratum*, caractérise la zone la plus élevée de l'Albien et que c'est dans cette zone que le genre *Enallaster* présente son plus grand développement. Notre confrère ajoute que cet ensemble de couches, ainsi caractérisé, qui est très développé au Vénézuela et au Texas, se prolonge en Europe et dans la péninsule ibérique et que le genre *Enallaster* se poursuit vers l'Est dans l'Algérie et jusqu'au Liban.

Je voudrais, à propos de cette note de notre savant confrère, ajouter quelques mots en ce qui concerne l'Algérie et rappeler que, depuis longtemps, j'ai signalé l'existence dans ce pays d'une zone, que j'ai rapportée à l'Albien supérieur, et qui paraît correspondre exactement à celle décrite par M. Douvillé dans la note que je viens de rappeler.

Dans le Djebel Bou-Thaleb, au sud de Sétif, cette zone renferme de nombreux fossiles dont j'ai donné la liste. Je n'y avais pu citer *Placenticeras Uhligi* qui n'avait pas encore été nommé à cette époque, mais je puis annoncer maintenant que cette espèce s'y trouve bien caractérisée et, depuis que les descriptions de M. Choffat l'ont fait connaître, elle figure sous ce nom dans ma série des fossiles de l'Albien supérieur du Bou-Thaleb. Parmi les fossiles assez nombreux qui l'accompagnent je veux citer seulement : *Mortoniceras rostratum* (= *Ammonites inflatus*) et *Enallaster Tissoti* Coq., espèce qui, d'après M. de Loriol, est très voisine de *Enallaster Delgadoi* de Lor., de la zone à *Placenticeras Uhligi* du Portugal.

Il y a donc déjà là, comme on le voit, une grande analogie entre cette zone du Crétacé du Bou-Thaleb et les localités signalées par MM. Choffat et Douvillé. Mais cette analogie s'accentue encore si nous examinons cette même zone dans plusieurs autres gisements africains.

Ainsi, au sud du Hadna, ce même horizon renferme, avec de nombreux *Enallaster Tissoti*, certains fossiles non rencontrés au Bou-Thaleb et, notamment, de très nombreuses *Ostrea prælonga* Sharpe, espèce également répandue dans les couches à *Placenticeras Uhligi* du Portugal et qui forme des bancs d'un mètre d'épaisseur dans les couches à lignites d'Utrillas, où elle a été signalée par Coquand sous le nom d'*Ostrea Pantagruelis*.

Le *Mortoniceras rostratum*, accompagné cette fois de nombreux moules de *Solarium*, d'*Arca*, etc., semblables à ceux de la gaize de Varennes, se trouve encore dans le Djebel Metlili, sur l'oued Merdedou, dans le Sud constantinois.

Aux environs de Tiaret, entre Rherouf et Sidi-bel-Kassem, M. Welsch a rencontré cette même ammonite associée à de nombreuses *Ostrea prælonga*, *O. falco*, etc.

Au nord d'Aumale, la même zone, caractérisée encore par *Mortoniceras rostratum*, renferme, en outre, comme les graviers de Salazac et comme la gaize de l'Argonne, *Ammonites dispar*, *Turrilites Bergeri*, *Hamites alterno-tuberculatus*, etc.

Enfin, en Tunisie, au Djebel Oum-Ali et au Djebel Oum-el-Oguel, dans une couche qui renferme en abondance *Enallaster Tissoti* et *Ostrea prælonga*, M. Philippe Thomas a recueilli, en outre, *Nerinea Utrillasi* et *Glauconia Picteti*, Gastéropodes connus dans les couches à lignites d'Utrillas et enfin de grandes Trigonies que nous avons décrites sous le nom nouveau de *Trigonia pseudocaudata* pour les séparer de *T. caudata* Agas. et en les signalant comme voisines de *T. crenulata*. Cette grande Trigonie semble avoir des rapports étroits avec celle citée au Pérou par M. Douvillé et signalée aussi comme voisine de *T. crenulata*. Elle est encore évidemment très analogue, sinon identique, à celle citée par M. Choffat dans son étage bellasien sous le nom, impropre à mon avis, de *T. caudata* Agas.

On voit par ce rapide aperçu combien sont étroites les relations paléontologiques entre tous les gisements de cette grande zone qui se prolonge à travers les deux Amériques, l'Europe, l'Afrique et l'Asie. Dans certaines régions, notamment en Afrique et dans la Péninsule ibérique, où elle prend une puissance considérable, cette zone est encore mal délimitée. Elle correspond à une grande partie

de l'étage urgo-aptien d'Espagne, de Coquand, à la partie supérieure de l'étage tenencien de M. Landerer, au Bellasien de M. Choffat et au Vraconnien de M. Renevier.

En France, les types les plus connus de cet horizon géologique sont, dans le Midi, les graviers de Salazac et, dans le Nord, la gaize de l'Argonne, mais il en existe bien d'autres formes variées qui, suivant les faciès, semblent se rattacher plus intimement, tantôt au Cénomanien et tantôt à l'Albien. Ainsi, dans le Sud-Est du bassin parisien, cette zone comprend principalement des sables ferrugineux dont depuis près de cinquante ans la position et l'indépendance ont été reconnues par Robineau Desvoidy qui en a fait un étage spécial sous le nom d'étage salvien.

Cet étage salvien renferme, dans sa partie supérieure, un riche niveau fossilifère phosphaté que n'a pas connu Robineau Desvoidy et que j'étudie depuis longtemps déjà.

Les espèces les plus importantes sont *Ammonites rostratus*, *A. cristatus*, *A. splendens*, etc.

La faune est identique à celle des graviers supérieurs de Cosne et de Sancerre, signalée depuis longtemps par Ebray, récemment étudiée par M. de Loriol et rapportée par tous au Gault supérieur.

En résumé, cette faune de la zone à *Mortoniceras rostratum* et *Placenticeras Uhligi* est une faune de transition qui, avec un grand nombre d'espèces communes aux deux étages encaissants, possède une grande quantité de fossiles propres qu'on n'a peut-être pas encore suffisamment signalés et qui, comme l'ont pensé M. Renevier et d'autres géologues, sont assez importants et assez caractéristiques pour faire conférer à ce niveau géologique le titre d'étage.

II

LA ZONE A *MARSUPITES ORNATUS*

Je voudrais encore signaler l'existence dans le terrain crétacé d'Algérie d'un fossile important, dont la découverte récente apporte un nouvel élément d'information dans la discussion relative à l'attribution de certaines zones géologiques algériennes aux étages turonien et sénonien.

La question de délimitation et de répartition des couches entre ces deux étages est, comme on le sait, assez difficile à résoudre en Algérie et elle donne lieu à quelques divergences de vues.

J'ai eu fréquemment l'occasion d'exposer ma manière de voir à ce sujet et, tout récemment encore, dans ma monographie des

Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie, je crois avoir fourni des arguments très probants en faveur de la classification que j'ai adoptée.

Cependant, dans une note du 14 juin 1897 (1), M. Welsch, s'appuyant sur une rectification faite par M. Choffat (2) au sujet de l'âge des couches à *Sphærulites Sharpei*, du Portugal, rappelle que lui-même a, dans son mémoire sur les terrains secondaires des environs de Tiaret, attribué l'âge turonien aux assises qui, dans cette localité, renferment ce même fossile, ainsi qu'à d'autres placées par des géologues soit dans le Cénomanien, soit dans le Sénonien, et notre confrère conclut qu'en résumé la plupart des fossiles dits santoniens en Algérie appartiennent à l'étage turonien.

Cette conclusion de mon savant ami aurait, si elle était admise, pour résultat d'infirmer en grande partie la classification que j'ai laborieusement édifiée et pour laquelle j'ai accumulé déjà tant d'arguments. Je lui demande donc la permission de la discuter et, pour cela, j'examinerai la série crétacée de Tiaret, sur laquelle M. Welsch a basé ses conclusions.

Je crois tout d'abord que notre confrère s'exagère l'importance, pour la justification de ses idées, de la rectification opérée par M. Choffat dans l'âge de *Sphærulites Sharpei*.

La nouvelle manière de voir exposée par ce savant au sujet du parallélisme des calcaires à Rudistes des environs de Lisbonne avec le Turonien à facies ammonitique, peut, sans doute, être invoquée par M. Welsch comme un argument en faveur de l'âge turonien des calcaires à *Sphærulites Sharpei* de Tiaret que, pour mon compte, j'attribuais plus volontiers au Cénomanien, mais je ne vois pas que ce changement puisse affecter le classement de mes assises santoniennes qui sont beaucoup supérieures à ce niveau à *Sphærulites Sharpei*.

Pour le moment, il me semble que, pour tirer tout le parti utile de la comparaison des couches du Crétacé moyen du Portugal et de celles de l'Algérie, il convient d'attendre que M. Choffat ait développé ses observations et qu'il ait fait connaître cette faune du Turonien ammonitifère portugais, dont jusqu'à présent aucune espèce n'est connue. Peut-être alors trouverons-nous dans cette faune quelques Ammonites semblables à celles que nous avons en Algérie et nous aurons là un point de repère bien utile dans cette question délicate.

(1) Sur l'âge des couches à *Sphærulites Sharpei* et sur le Turonien d'Algérie. *B. S. G. F.*, t. XXV, p. 554.

(2) Facies ammonitique et facies récifal du Turonien portugais. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, p. 470.

En ce qui concerne les Rudistes, nous sommes déjà un peu documentés.

Sauvagesia Sharpei existe incontestablement en Algérie et, comme l'a dit M. Welsch, les individus de Tiaret sont bien identiques à ceux du Portugal. Mais cette espèce a des rapports fort étroits avec *Sauvagesia Nicaisei* Coquand et quand on envisage une série un peu nombreuse d'individus de ce dernier fossile, on s'aperçoit immédiatement que les caractères distinctifs signalés par M. Choffat (1), sont absolument inconstants et variables. Les plis longitudinaux de la surface sont, à la vérité, souvent plus forts et les bandes plissées plus concaves, mais il y a des exceptions très accentuées et certains individus sont impossibles à distinguer de certaines *S. Sharpei* de M. Choffat.

Or, *S. Nicaisei* Coq. est une espèce assez fréquente et partout elle se trouve dans le Cénomanien le mieux caractérisé. Elle se prolonge toutefois sur une assez grande épaisseur de couches et, dans les environs d'Aumale notamment, j'ai signalé sa présence dans plusieurs grandes zones successives et peut-être même existe-t-elle encore dans le Turonien.

Un autre Rudiste du Portugal, *Sphærulites Peroni* Choffat, me paraît encore exister incontestablement en Algérie.

Grâce aux libéralités de M. Choffat, je suis en possession de bons et nombreux exemplaires de cette espèce et j'ai pu ainsi acquérir la conviction que *S. Peroni* pouvait être identifiée à *Sphærulites Lefebvrei* Bayle, signalé par M. Rolland dans le Sahara et rencontré depuis, en nombreux individus, en Tunisie, par M. Philippe Thomas, par M. Michalet, etc.

En ce qui concerne l'horizon de cet autre Rudiste, nous sommes en accord avec M. Choffat. D'après les études nouvelles de notre savant confrère, *Sphærulites Peroni* appartient à un niveau supérieur à celui de *S. Sharpei* et il doit être attribué au Turonien moyen. Or, *S. Lefebvrei* a été également attribué, tant par M. Rolland que par M. Thomas et par nous-même, à l'étage turonien exclusivement. Nous espérons que quand M. Philippe Thomas aura publié les documents qu'il a recueillis sur les gisements de ce Rudiste, nous reconnaîtrons que l'entente est facile, avec M. Choffat, pour le classement des séries respectives du Crétacé moyen portugais et algérien.

Cette entente, évidemment, sera rendue plus facile encore et plus complète à mesure que seront mieux connus les fossiles des deux

(1) Faune crétacique du Portugal, I, 1re série, p. 31.

pays et à mesure que la comparaison en pourra mieux être faite. Déjà, dans ma petite note précédente, à propos des *Placenticeras Uhligi* et *Enallaster Delgadoi*, je viens de montrer quels rapprochements étaient possibles entre les deux régions. Les preuves de ce genre pourraient être beaucoup multipliées, car les assises crétaciques du Portugal présentent une très grande analogie avec celles d'Algérie et beaucoup de fossiles y sont identiques, quoiqu'ils soient désignés dans les deux pays sous des noms différents.

Ces petites questions préjudicielles étant ainsi résolues, je reviens à la discussion de l'assertion de M. Welsch.

C'est surtout, je crois, l'étude de la série des couches de la rive gauche de l'Oued Talrempt qui a déterminé la manière de voir de notre confrère au sujet de l'attribution au Turonien des assises que j'ai moi-même, avec Brossard, classées dans le Santonien.

Mon opinion sur certaines de ces couches des environs de Tiaret a été seulement basée sur les citations de quelques fossiles et comme je ne connais la localité que par les descriptions et les communications de mon ami, M. Welsch, mon opinion en cette affaire n'a rien de formel.

En réalité, la coupe des couches de l'Oued Talrempt est fort peu probante en ce qui concerne la question qui nous occupe. Je crois pouvoir, sans sacrifier aucune de mes idées essentielles, accepter entièrement la classification de ces couches, telle que l'a établie notre confrère.

Les premières assises à considérer ici sont les vingt mètres de calcaire jaune qui, sur l'Oued Talrempt, renferment, exclusivement, je crois, les *Sphærulites Sharpei*.

Ces calcaires à Rudistes sont ici, comme au nord de Biskra, comme dans le sud de Sétif, etc., superposés à des couches cénomaniennes bien caractérisées et leur attribution au Cénomanien ou au Turonien n'est plus guère qu'une affaire d'accolade et n'a qu'une importance relative.

Les couches qui surmontent ces calcaires à *Sphærulites* comprennent, d'abord, une assise de marnes argileuses de 50 mètres d'épaisseur que, d'après notre confrère lui-même, on ne peut étudier que sur les talus du chemin. Les seuls fossiles déterminés que M. Welsch y a rencontrés sont :

Hemiaster Fourneli.
» *obliqua-truncatus.*
» *latigrunda.*
Trigonia limbata.
Cardium hillanum.
Crassatella Desvauxi.
Ostrea lateralis.
» *proboscidea.*

Au-dessus de ces marnes, toujours dans la coupe de l'Oued Talrempt, M. Welsch signale un plateau constitué par une épaisse série de calcaires dolomitiques jaunes, se débitant en fragments anguleux, où les fossiles sont très rares.

C'est cet ensemble, comprenant les calcaires à *Sphærulites Sharpei*, les marnes intermédiaires à *Hemiaster* et les calcaires dolomitiques, qui constitue l'étage turonien de M. Welsch.

En réalité, en considérant cette simple coupe, je n'ai aucune objection à faire à la classification de notre confrère. Je puis même l'admettre avec d'autant plus de facilité que le signalement qui est donné de ces assises, est fort semblable à celui que j'ai donné moi-même pour les assises turoniennes dans diverses localités du sud algérien.

C'est d'ailleurs cette similitude elle-même qui, seule, a déterminé la manière de voir de M. Welsch.

Si, en effet, nous examinons les listes des fossiles cités par lui, nous n'y trouvons aucune espèce connue dans l'étage turonien en France.

C'est la présence des *Hemiaster obliquetruncatus* et *H. latigrunda*, placés par nous-même dans l'étage turonien constantinois, qui a amené M. Welsch (1) à adopter le même classement. Quant aux autres fossiles de l'Oued Talrempt, ils sont sans véritable signification. *Crassatella Desvauxi* est une espèce cénomanienne ; *Cardium hillanum* et *Ostrea lateralis* (= *O. canaliculata*), se trouvent dans tous les étages du Crétacé supérieur ; *Ostrea proboscidea* est santonien en Touraine et ailleurs, et, enfin *Trigonia limbata* n'est représenté que par des moules d'une détermination incertaine et, si celle qui a été admise est exacte, nous aurions là encore une espèce du Sénonien.

On voit donc que réellement il n'y a pour moi aucune difficulté sérieuse à admettre la classification de M. Welsch et, sur ce point, l'accord se peut facilement établir entre nous.

Mais là où cet accord cesse c'est quand notre confrère estime que cet étage turonien qu'il a établi représente la grande zone à *Hemiaster Fourneli* de Djelfa, de Medjez et des Tamarins, et quand il dit que cette zone, dont la puissance dépasse cent mètres et dont la faune a un caractère santonien si prononcé, n'est qu'un faciès latéral des assises de Tiaret à *Sauvagesia Sharpei*.

La présence d'*Hemiaster Fourneli* dans les marnes de l'Oued Talrempt a sans doute contribué à déterminer cette manière de voir

(1) Terrains secondaires de Tiaret, p. 171 et 172.

de M. Welsch, mais c'est là un argument bien insuffisant. *Hemiaster Fourneli* est une espèce d'une extension verticale considérable et si, par son extrême abondance et par la belle conservation des individus, elle a pu être citée comme caractérisant un certain niveau, elle n'en existe pas moins depuis le Turonien inclusivement, jusqu'au Crétacé le plus élevé. Nous avons nous-même signalé sa présence en compagnie d'*Hemiaster obliquetruncatus* et autres, dans les marnes turoniennes de Batna, où elle est fréquente.

Il est vrai que, sur d'autres points des environs de Tiaret, notamment au Chabet Freaou, dans des assises qu'il considère comme parallèles à celles de l'Oued Talrempt, M. Welsch a signalé plusieurs autres fossiles, *Turritella nerinæformis*, *Cerithium pustuliferum*, etc. et quelques oursins que j'ai cités moi-même dans les assises classées comme santoniennes. C'est même précisément l'existence de ces fossiles santoniens et l'absence de toute espèce caractéristique et connue du Turonien français qui m'ont amené à émettre l'avis (1) que les documents produits par M. Welsch ne permettaient pas d'affirmer catégoriquement l'existence de l'étage turonien à Tiaret et que, d'autre part, les assises qui, suivant notre confrère, renfermeraient *Nerinæa nerinæformis*, *Cerithium pustiliferum*, *Holectypus serialis* et *Cyphosoma Delamarrei* devaient sans doute être classées dans le Santonien et représenter le niveau des *Tissotia*.

Comme je n'ai pas étudié moi-même les gisements des fossiles, cités par M. Welsch, comme la distinction de ces innombrables *Hemiaster*, *Holectypus* et *Cyphosoma* qui remplissent les assises turoniennes et sénoniennes du sud algérien est chose fort délicate, et, comme enfin je ne veux avoir aucun parti pris dans ces questions, je reconnais volontiers que j'ai pu me tromper et que les couches visées par M. Welsch peuvent être réellement turoniennes.

Les quelques fossiles santoniens que M. Welsch y a cités ne sont pas un obstacle absolu à cette classification, car M. Welsch (2) l'a déclaré à plusieurs reprises et je l'ai moi-même reconnu, beaucoup de fossiles passent de l'étage turonien à l'étage santonien et persistent même dans les étages crétacés supérieurs.

Mais, s'il en est réellement ainsi et si les couches de l'Oued Talrempt sont turoniennes et équivalentes aux assises que nous avons classées comme telles dans le sud algérien, je ne puis plus y voir le représentant des marnes à Ammonites et de la grande zone à *Hemiaster Fourneli* de Medjez et des Tamarins.

(1) Ammonites du Crétacé supérieur d'Algérie, *Mém. Paléont. S. G. F.* t. VII, f. I, p. 8.

(2) *Loc. cit.*, p. 169, 173, etc.

Ces dernières assises, en effet, sont nettement superposées au Turonien et la magnifique faune qui y foisonne a des relations incontestables avec celle du Sénonien inférieur européen et non avec celle du Turonien. J'ai déjà surabondamment exposé ces faits et je ne puis y revenir encore ici. Il me suffira de rappeler, pour me borner aux fossiles réputés les plus caractéristiques, qu'il existe dans cette zone : *Mortoniceras texanum*, *M. Bourgeoisi*, *Placenticeras Syrtale*, *Peroniceras Czörnigi*, *Tissotia Ewaldi*, etc.

A quelle place se trouverait donc, dans la série crétacée de Tiaret, l'équivalent des zones en question ?

Je ne suis pas éclairé suffisamment à ce sujet, mais il me semble possible que ce soit au-dessus des calcaires dolomitiques qui forment le T^4, ou Turonien supérieur, de M. Welsch.

C'est en effet au-dessus de ces calcaires que M. Welsch fait débuter son étage sénonien et, en cela encore, je partagerais assez volontiers sa manière de voir.

Cet étage sénonien de Tiaret semble beaucoup moins développé et moins complet que celui des localités du sud que j'ai citées plus haut. Une seule de ses assises, vers la base de l'étage, a fourni des fossiles à notre confrère et parmi ces fossiles nous voyons signalées principalement les espèces suivantes : *Ostrea Peroni*, *O. semiplana*, *O. acanthonota*, *O. Boucheroni*, *Nerita Fourneli*, *Acteonella involuta*, *Pholadomya elliptica*, *Cardium sulcatum*, *Plicatula Ferryi*, *Hemiaster Fourneli*, *Botriopygus Coquandi*, *Echinobrissus trigonopygus*.

C'est bien, en effet, là, une faune franchement santonienne. Toutes les espèces qui y figurent ont été également mentionnées par nous dans cet étage, et c'est donc avec raison, selon nous, que notre confrère a adopté cette classification.

Mais alors, puisqu'il en est ainsi, pourquoi M. Welsch dit-il aujourd'hui que *la plupart des fossiles dits santoniens en Algérie appartiennent à l'étage turonien.*

Il y a là une contradiction ou au moins une grande exagération dans l'expression de la pensée.

Si mon savant ami s'était borné à déplacer quelques assises et, par suite, à faire descendre dans le Turonien quelques espèces placées plus haut par nous, je me garderais bien de protester. La ligne de séparation que j'ai adoptée entre le Turonien et le Sénonien, est, aussi bien d'ailleurs que celle adoptée par M. Welsch, complètement arbitraire. Elle est basée, comme je l'ai itérativement déclaré, beaucoup plus sur ce que j'appellerai des convenances locales que sur une correspondance exacte avec les niveaux turo-

nien et santonien tels que nous les connaissons dans la Touraine et dans la Provence.

Tout autre observateur a donc le droit, s'il a pour cela des motifs suffisants, de ne pas adopter ma ligne de séparation et de déplacer cette ligne suivant le résultat de ses observations.

Tel n'est pas le cas de M. Welsch. Tout en admettant au Chabet Freaou un Santonien qui, dans sa seule assise fossilifère, rappelle complètement celui de Djelfa, de Medjez, etc., il n'admet pas la classification de ce dernier et ne le considère, ainsi que je l'ai dit plus haut, que comme un faciès particulier de son Turonien récifal à *Sauvagesia Sharpei*.

C'est sur ce point que je crois devoir me séparer de mon confrère.

Quoique la limite respective des deux étages reste encore indécise, je suis toujours convaincu que la grande zone à *Hemiaster Fourneli* des Tamarins, en y comprenant les calcaires à *Tissotia* et les marnes à *Botriopygus Coquandi*, *Hemiaster Messai*, *Echinobrissus Julieni* et *Orthopsis miliaris* est bien santonienne.

Quoique je ne sois pas retourné en Algérie depuis bien longtemps pour étudier cette question sur place, je n'ai pas cessé de m'en préoccuper et, par mes conseils, par mes recommandations à divers correspondants, j'ai continué à en poursuivre la solution. Déjà bien des documents me sont parvenus à ce sujet. Tout récemment encore j'en ai reçu de fort intéressants.

Pour le moment, je veux signaler seulement un petit fossile qui se trouvait, parmi beaucoup d'autres, dans un envoi qui m'a été fait. Il a, dans la question qui nous occupe, une importance réelle. Il s'agit de plaques de *Marsupites* que notre confrère, M. Michalet, a recueillies récemment dans la localité classique des Tamarins, au sud de Batna.

Il résulte des renseignements très précis que, sur ma demande, M. Michalet a bien voulu me fournir, que les plaques en question ont été trouvées au sud-est du village arabe de Tilatou, dans une couche riche en *Goniopygus Durandi* et autres oursins dont notre confrère m'a envoyé des spécimens.

Or, dans la série bien connue des Tamarins, cette couche à *Goniopygus Durandi* fait partie de la zone à *Hemiaster Fourneli* et n'en occupe même pas la partie la plus élevée. C'est bien plus haut, au-dessus des marnes à *Ostrea Pomeli*, *Hemiaster Messai*, etc., que commence l'étage campanien.

Cet étage campanien débute pour moi, aux Tamarins, comme dans les autres localités par des marnes très riches en *Ostrea*

Ces restes consistent seulement en deux plaques, mais elles sont très bien conservées. Ce sont de ces plaques du milieu du calice que Mantell a désignées sous le nom de plaques intercostales et que M. Zittel appelle parabasales. Leur forme en hexagone allongé et leur ornementation assez compliquée qui consiste en costules rayonnantes chevronnées, accentuées au pourtour et s'atténuant vers le centre où elles ne sont plus indiquées que par de petits tubercules verruqueux, disposés en séries plus ou moins régulières, sont exactement celles des plaques parabasales de *Marsupites ornatus* Miller. Elles diffèrent au contraire sensiblement de celles de *Marsupites Milleri* Mantell, dont les plaques sont moins ornées et, plus encore, de celles de *M. lævigatus* qui sont presque lisses.

Fig. 1. — Plaque parabasale de *Marsupites ornatus*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est donc à *Marsupites ornatus* que nous pouvons attribuer nos plaquettes et, pour que nos confrères puissent apprécier le bien fondé de cette détermination, nous jugeons utile de faire représenter ici, au double de sa grandeur, une des plaques en question, d'après un dessin que nous devons à l'obligeance et au talent du R. P. Aurélien Valette.

J'ai pensé que la découverte d'une espèce si rare et si caractéristique avait, pour l'opinion que je défends, une importance telle qu'il y avait utilité à la faire connaître.

ESSAI D'UNE ÉVOLUTION CONTINENTALE DU MEXIQUE

par M. J.-G. AGUILERA.

Traduit par M. E. ORDOÑEZ.

I.

C'est dans le territoire du Mexique, situé comme il l'est au sud des États-Unis, entre les deux Océans, que vient commencer la région isthmique de l'Amérique du Nord; elle se prolonge vers le Sud-Est par la série d'isthmes plus étroits dont l'ensemble constitue l'Amérique Centrale, probablement réunie autrefois avec les Antilles et formant, comme l'ont fait remarquer plusieurs observateurs, une région analogue à la zone méditerranéenne entre l'Europe et l'Afrique. Les États du Sud du Mexique font déjà partie de l'Amérique Centrale.

La forme générale du pays est celle d'un lambeau de terre graduellement rétréci vers le sud, en même temps qu'il s'infléchit au sud-est. Il se bifurque au-delà de l'isthme de Tehuantepec; l'un des bras, très déchiré, forme dans l'Amérique Centrale le trait-d'union des deux grandes masses du continent, tandis que l'autre se dirige vers les Antilles sous le nom de péninsule du Yucatan. Le littoral des États du Nord-Ouest a sa continuation dans celui de la presqu'île californienne qui en prolonge la direction. Les eaux du Pacifique ont pénétré entre les caps de San Lucas et Corrientes; mais la dépendance stricte des deux lignes de rivage est démontrée non seulement par la continuité géographique, mais aussi par la constitution géologique du sol dans ces régions. Une idée aussi claire que concise de la structure générale du Mexique serait celle d'un grand plateau incliné vers le nord et renfermé entre deux longues cordillères à peu près parallèles aux grandes lignes des littoraux du Pacifique et du golfe du Mexique. Du pied des montagnes aux plages des deux mers s'étendent des bandes de terres basses plus ou moins étroites.

Nos grandes chaînes, dépendances orographiques des Montagnes Rocheuses, affectent dans l'ensemble de leur direction la forme d'un grand V, dont les branches se réunissent dans l'Etat de

Oaxaca. Au sud, une seule chaîne pénètre dans l'Amérique Centrale ; on voit y adhérer à l'est la péninsule du Yucatan, sorte de bas plateau uniforme élevé à peine à quelque 30 ou 40 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le plateau central, de 1.700 mètres de hauteur moyenne et de 666.000 k. q. de surface, s'étend, depuis les plaines du Texas et de New-Mexico aux Etats-Unis, jusqu'à la base du volcan Nevado de Toluca (latitude 19° 10'), où il atteint plus de 2.600 mètres d'élévation. Bien que la surface de ce plateau se prolonge d'un bout à l'autre de sa longueur avec une inclinaison à peu près uniforme, elle est subdivisée, par des massifs différemment orientés, en de nombreux plateaux communiquant entre eux à cause des interruptions mêmes des massifs ; d'ailleurs, les grandes chaînes permettent aux eaux du plateau central de se jeter dans les mers, en se déversant par de profondes coupures. Autrefois les inégalités naturelles du plateau central ou des cirques de montagnes, retenaient les eaux dans des bassins fermés, dont le type nous est montré par le Bolson de Mapimi presqu'au milieu du plateau et par le bassin de Mexico, où se trouve la capitale, à l'extrémité méridionale.

L'allure générale du plateau central mexicain est celle de la grande dépression centrale du continent nord-américain; il paraît donc qu'il s'agit de son extrémité méridionale.

La dépression mexicaine, très large au nord, devient de plus en plus étranglée vers le sud, en même temps qu'elle atteint une forte élévation vers sa limite, ainsi que nous l'avons déjà dit. Comme la hauteur des montagnes et le niveau des vallées renfermées dans les chaînes tendent à s'abaisser d'une manière progressive à mesure qu'on avance vers l'isthme de Tehuantepec, on peut comparer l'ensemble du relief à un tétraèdre oblique, dont les plus petites faces seraient tournées vers les deux océans ; des deux plus grandes faces, l'une formerait la base et l'autre correspondrait au vaste plateau central. Le sommet de ce tétraèdre serait occupé par les volcans géants de l'Anahuac.

Les deux longues cordillères montagneuses du Mexique, les Andes mexicaines d'après Humboldt, bien connues sous les noms de *Sierra Madre orientale* et *Sierra Madre occidentale*, sont loin de constituer chacune un ensemble unique sans interruptions manifestes ; bien au contraire, elles sont de véritables groupements de sierras, de massifs ou de montagnes isolées, où l'allure générale des formes, de la constitution, des directions, etc., nous permettra de découvrir bientôt des rapports constants.

Pour bien faire saisir le caractère remarquable de cette disposition d'ensemble, on a fait des coupes transversales correspondant aux parallèles 25°, 23°, 21° et 19° de latitude, qui montrent l'importance relative du relief pour chacune des régions sus-nommées. En examinant ces profils, on voit, sur le 25e parallèle, une grande étendue du plateau central et une uniformité du terrain plus accentuée ; dans les autres coupes on remarque que le resserrement successif du plateau est suivi d'un modelé plus énergique, qui aboutit à la plus haute montagne du Mexique, le Citlaltepec ou volcan d'Orizaba (5550m).

II

Sous le rapport de la constitution géologique, le Mexique peut se diviser en trois parties distinctes, qui correspondent à des régions diverses du pays : la première, qui occupe surtout le midi, est une bande en face de la côte du Pacifique, constituée par des terrains anciens, schistes cristallins avec affleurements de roches granitiques; on trouve de même quelques pointements isolés de ces terrains vers le milieu du pays et sur la côte du golfe. La seconde, la plus étendue, exclusivement sédimentaire, comprend la série d'assises déposées depuis la fin de l'ère primaire jusqu'à nos jours ; elle se prolonge sur toute la partie orientale du plateau central et de la presqu'île du Yucatan. Enfin une troisième partie, d'extension au moins comparable à la seconde, forme la presque totalité de la *Sierra Madre occidentale* dans les Etats du nord-ouest et du centre du Mexique ainsi que la plupart des massifs sur le plateau central ; elle est composée de roches éruptives tertiaires qui, avec leurs nombreuses variations de structure, leur composition, leurs rapports d'âge et leur succession chronologique, peuvent être comparées dans leur ensemble tantôt aux Montagnes Rocheuses, tantôt aux Andes de l'Amérique du Sud, sans qu'on puisse encore, dans l'état de nos connaissances, préciser ces comparaisons.

Le Mexique, cette vaste fraction du continent américain, a débuté, selon toute probabilité, pendant la période azoïque par un archipel d'îles alignées, ou plutôt par un lambeau de terre allongé, s'étendant de la Californie jusqu'à Tehuantepec ; ce premier lambeau a été, pendant les périodes silurienne et dévonienne, assujetti à des mouvements d'exhaussement, tendant à augmenter la surface émergée. En même temps le travail d'une active érosion qui nivelait les sommets, contribuait à établir le domaine permanent de la terre,

puisque ces matériaux devaient s'accumuler à la base même des massifs. Pendant le Carbonifère, jusqu'à la fin de l'ère primaire, le mouvement se continue et c'est à cette époque que nous plaçons la formation définitive de la charpente ou du squelette continental du grand *horst* du Mexique. Dès lors l'allure péninsulaire du Mexique était définie.

Le Trias fut une période d'effondrement graduel qui provoqua la formation de puissants sédiments, atteignant plus de 600 mètres en Sonora; on voit que le régime de ces dépôts dut être très variable et que des mouvements alternatifs venaient modifier la nature de sédiments; des grès grossiers et des minces lits de conglomérats s'intercalent dans les schistes.

L'existence de grands lacs et de marais caractérise la période triasique, car tous ces dépôts ont une origine lacustre; quoiqu'il y ait eu invasion des eaux des mers et rétrécissement du continent, nous ne pouvons pas avoir assez de données pour tracer la ligne qui limitait les domaines des terres et des eaux, mais les terres devaient s'étendre à l'ouest du littoral actuel du Pacifique.

Puis les sédiments jurassiques et crétacés prennent un développement considérable et les eaux pleines d'organismes couvrent de grandes aires abyssales de même que des bas fonds. Un mouvement de bascule fait émerger les terres triasiques du nord-ouest, tandis que l'espace aujourd'hui compris entre Coahuila et Oaxaca va se submerger lentement. Sur les sédiments du Jurassique supérieur viennent s'appuyer les dépôts crétacés, partout en concordance absolue; le Crétacé moyen a vu se transformer cette fraction continentale en un archipel, dont les îles étaient baignées par des mers riches en organismes. Un soulèvement détermine dès la fin du Crétacé moyen la retraite des eaux; les calcaires déjà formés au sein d'eaux troubles ou limpides, les grès et les schistes subissent d'importants plissements, juste au centre du pays; ce mouvement détermine un retrait des eaux à la fin du Crétacé jusqu'aux nouveaux bords de la zone plissée, et c'est au commencement de l'ère cénozoïque que les grands traits continentaux du Mexique viendront s'esquisser. Alors, la terre ferme était réduite à une péninsule triangulaire, dont le sommet occupait l'Amérique Centrale; le littoral du Pacifique existait plus loin à l'ouest, la Basse Californie n'avait pas été séparée du continent, la Méditerranée américaine plus ouverte pénétrait plus en avant vers le sud et le sud-est; peut-être ses eaux se mêlaient-elles avec celles du Pacifique au sud du Guatemala, et les grands appendices de la Floride et du Yucatan

restaient encore sous les eaux de l'Atlantique. Toute l'ère cénozoïque est marquée par des mouvements énergiques de toute sorte qui ont pour théâtre toutes les terres préexistantes. Les mers dans leur lutte de conquête sur les sites émergés gagnèrent surtout, au commencement de l'Eocène, du côté de l'Atlantique; du côté du Pacifique s'indiquait en même temps le début d'un effondrement, qui aura pour terme pendant le Miocène l'invasion des eaux océaniques dans la grande vallée ouverte entre les chaînes de Sonora et celles de la Basse Californie, donnant naissance à un golfe peu profond, parsemé de nombreux îlots. A côté du grand horst continental du Mexique viennent se succéder à la même époque des violentes éruptions volcaniques très souvent répétées; d'abord les andésites, les dacites, puis les rhyolites, etc., en même temps, du sein des eaux atlantiques surgissaient les terres du Yucatan qui se reliaient aux Grandes Antilles.

Le Pliocène et le Quaternaire sont des époques pour ainsi dire d'empâtement général et d'adoucissement des contours; d'un côté les éruptions volcaniques, avec un retour de la série de roches du Miocène, quoique moins vitreuses, donneront des masses énormes de matériaux volcaniques, soit sous forme de tufs, de brèches ou de cendres, soit sous forme de puissantes coulées; de l'autre, la dénudation fort active fournira des sédiments assez abondants qui s'intercaleront entre les matériaux volcaniques. C'est ainsi que le plateau central se trouvera presque comblé, avec de nombreux lacs où se développera prodigieusement la vie des grands vertébrés; les pieds des chaînes tournées vers les océans vont s'éloigner formant une bande allongée de sédiments marins; plus tard le Yucatan se détachera des Antilles et les grands volcans mexicains lèveront leurs sommets jusqu'à la région des neiges éternelles.

SUR LE JURASSIQUE DE LA CHAINE DE LA NERTHE ET DE L'ÉTOILE

par M. J. REPELIN.

Le Jurassique des environs de Marseille a été l'objet, de la part d'Hébert, Dieulafait et Coquand, de diverses notes présentées à la Société géologique de France au cours des années 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, etc., à la suite de la réunion de la Société à Marseille, en 1864.

Dès cette époque, M. Matheron avait donné, en même temps que sa remarquable coupe de la Nerthe suivant le tunnel, une description des terrains jurassiques traversés. Depuis, un seul travail a été publié sur ce Jurassique par M. le professeur Collot (1). Dans ce mémoire, un grand nombre de faits intéressants, relatifs au Jurassique de la Nerthe et de l'Etoile, sont signalés.

A la suite de nombreuses explorations et de patientes recherches, j'ai pu recueillir un certain nombre de faits et de documents nouveaux qui serviront à compléter nos connaissances sur le Jurassique de cette région.

Je me propose d'exposer ici ces faits en indiquant la distribution et l'allure des affleurements et leurs relations avec les terrains voisins.

J'examinerai donc les divers étages de la série jurassique, représentés, dans cette partie de la Provence, depuis l'Infralias jusqu'aux calcaires blancs supérieurs.

Il me paraît inutile de décrire la région au point de vue géographique, elle est suffisamment connue (2).

Infra-Lias. — Les seuls points où l'Infra-lias se montre dans la chaîne de l'Etoile sont les Mérentiers, aux environs de St-Germain, et les environs du Terme et de Pichauris, car il paraît aujourd'hui certain que les dolomies et calcaires blancs de la Galinière, attribués à cet étage, appartiennent au Jurassique supérieur.

(1) Terrain jurassique des montagnes qui séparent la vallée du Lar de celle de l'Huveaune. Montpellier, 1885.

(2) Suivre la description sur la carte topographique au 1/80.000e, feuille d'Aix, ou sur la carte géologique au 1/80,000e.

Aux environs de Pichauris, c'est une bande formée de calcaires gris ou noirâtres en plaquettes avec des fossiles sur les plaquettes, entre autres *Avicula contorta*, puis viennent des calcaires blancs très dolomitiques et enfin des cargneules. La bande, très large au sud de l'auberge de Pichauris, entoure d'une manière complète, sauf au sud, le Trias du collet Redon.

Lias. — En allant de l'ouest à l'est, le Lias se montre d'abord au nord du château de la Nerthe, où il forme une bande assez étroite à la base de la série jurassique, en situation normale, qui représente la retombée sud du pli de la Nerthe. Cette bande, dont le plongement est au sud, comme celui des autres termes de la série, s'appuie au nord par suite d'une faille de plissement, contre les calcaires blancs, en bancs presque verticaux, du Jurassique supérieur. Ceux-ci forment le point culminant de la chaîne quand on suit la route qui longe le souterrain de la Nerthe. Les fossiles y sont assez nombreux par places. Le Lias moyen et le Lias supérieur sont représentés, le premier par des calcaires roux durs, à fossiles parfois siliceux, le second par des alternances de calcaires noirâtres ou bleuâtres et d'argiles sableuses de même couleur.

J'ai pu recueillir et déterminer dans le Lias moyen, à 500^{m} au sud-ouest de Vence :

Belemnites niger List.
B. (*Hybolites*) *clavatus* Blainville L.
Nautilus sp.
Terebratula (*Aulacothyris*) *subnumismalis* Dav.
T. (*Aulacothyris*) *resupinata* Dav.
T. subpunctata Dav.
T. subovoides Rœm.
Spiriferina pinguis Zieten.
» *rostrata* »
Rhynchonella variabilis Schl.
Gryphæa regularis Desh. (variété étroite).
Pecten æquivalvis Sow.
Pecten sp. lisse.
Anomia?

Au-delà de Vence, la bande s'atténue, et une lentille de Muschelkalk vient s'intercaler entre elle et le Jurassique supérieur. Bientôt l'affleurement disparaît par étirement.

Au nord des Cadenaux, le Lias réapparaît, très aminci, et se trouve compris entre les dolomies infraliasiques au sud, et, au nord les calcaires et brèches de l'affleurement danien, qui s'étale en cuvette à l'est-nord-est du moulin des Cadenaux. En plusieurs points des traces de calcaires en plaquettes de l'Infralias et des marnes irisées s'intercalent entre les dolomies et les calcaires liasiques.

Les fossiles sont assez abondants par endroits; on trouve facile-

ment, dans les calcaires siliceux de la partie sud de l'affleurement : *B. clavatus*, *Pecten æquivalvis*, *Gryphæa regularis*, et dans les calcaires marneux noirâtres du Lias supérieur *Harpoceras serpentinum*, *Cœloceras commune*.

Cette petite bande, qui est assez large aux Cadenaux, s'étire en allant vers l'est, et l'on n'en trouve plus d'affleurements nets dans la grande tranchée du chemin de fer de Septèmes. Mais, un peu plus à l'est, on peut suivre sa trace, en petites lentilles amygdaloïdes d'étirement, le long du bord méridional du petit relief boisé qui domine au nord la dépression de Fabregoules, et de là jusqu'aux Bastidonnes. Au nord de Fabregoules, on peut même recueillir des fossiles dans une de ces lentilles assez importante. On trouve là *Gryphæa regularis*, *T. subnumismalis*, *T. punctata*, *Spiriferina pinguis*.

A Jean-le-Maître, on en retrouve encore quelques traces à la partie supérieure de la série jurassique renversée, entre le Bajocien étiré et les dolomies infraliasiques, puis on n'en trouve plus jusque dans la région de Cadolive, du Terme et de Pichauris.

Dans cette partie de la chaîne, le Lias moyen se montre, avec une assez belle épaisseur, sur le versant des escarpements qui dominent Cadolive, entre l'Aptien renversé, à la base, et les calcaires du jurassique inférieur (Bajocien et Bathonien). Il se prolonge de là vers l'auberge de Pichauris en prenant la route en écharpe. Partout il est fossilifère, mais les fossiles sont surtout abondants à 300m environ au nord de l'auberge, le long de la grande route.

J'ai recueilli et déterminé avec le plus grand soin :

Gryphæa regularis (var. étroite).
Pecten æquivalvis Sow.
Pecten textorius Schl.
Pholadomya Jauberti Desl.
Terebratula punctata Sow.
T. (*Aulacothyris*) *resupinata* Sow.
» *subnumismalis* Dav.
T. (*Waldheimia*) *Darwini*. Sow.
T. (*Zeilleria*) *cornuta* Sow.
T. Jauberti E. Desl.
Rhynchonella cynocephala Rich.
» *meridionalis* Desl.
» sp.
Tiges de Crinoïdes.

Bajocien. — Le Bajocien accompagne presque toujours le Lias dans la chaîne de l'Etoile. On le trouve, en situation normale, au château de la Nerthe et au sud de Vence. Il se présente à l'état de calcaires noirâtres ou bleuâtres marneux et de marnes schisteuses noirâtres contenant : *B. unicanaliculatus*, *Stephanoceras Humphriesianum* Sow., *Oppelia subradiata* Sow.

Il disparaît par étirement non loin à l'est du jas de Rode pour réapparaître en bandelettes laminées et interrompues entre les

Cadenaux et la Candole, où il est très visible. De ce point à la tranchée du chemin de fer de Septèmes, il est de nouveau étiré à tel point qu'il n'existe pour ainsi dire qu'à l'état de traces dans la tranchée elle-même. J'y ai pourtant recueilli un exemplaire de *A. Humphriesianus* et M. Collot signale deux points (la Bastidonne et Capus), où il a trouvé *Harpoceras Murchisonæ* Sow., *Belemnites unicanaliculatus*.

Il faut, de là, se diriger vers l'est jusqu'aux escarpements qui dominent la route de St-Savournin, pour retrouver le Bajocien plongeant normalement sous le Bathonien. Il est surtout développé sur la grande route au nord de l'auberge de Pichauris. En ce point on peut recueillir, dans des calcaires compacts siliceux, analogues à ceux qui existent dans le massif de la Ste-Beaume, *B. unicanaliculatus* et un grand nombre de fossiles spécifiquement indéterminables, *Trochus lima*, *Terebratula perovalis* ?

M. Collot y a signalé *Pygaster semisulcatus* Wright.

En beaucoup de points les *Cancellophycus* abondent et l'on trouve, en suivant la bande vers le nord, *Parkinsonia Niortensis* d'Orb. dans des bancs marneux.

Bathonien. — Le Bathonien forme, dans la chaîne de la Nerthe proprement dite, une bande de même allure que celles du Lias et du Bajocien, et disparaît, par étirement, également un peu à l'est du jas de Rode.

A 800m au nord-est du village de la Nerthe il est assez bien caractérisé. On trouve à la base une zone de calcaire marneux noirâtre contenant des débris de troncs de gros végétaux et des traces de feuilles. J'y ai recueilli, dans une course en commun avec M. Bresson, un fragment de tige d'*Equisetites* bien conservé. Vingt mètres environ au-dessus, la zone à *Lytoceras tripartitum* Rasp. est très bien caractérisée ; j'y ai recueilli, avec cette espèce :

Perisphinctes Backeriæ Sow.
Oppelia aspidoides Opp.
A. biflexuosus d'Orb.
Phylloceras mediterraneum? Neumayr.
Sphæroceras microstoma Quenst.
Perisphinctes quercinus Terquem et Jourdy.
» *procerus* ? Seeback non Neumayr.
» *colubrinus* Rein. in Quenst.

Le Bathonien réapparaît aux environs des Cadenaux, entourant d'une manière complète à l'ouest les affleurements liasiques et bajociens, et se continuant, par sa branche sud, pour venir former la longue bande qui traverse la voie ferrée, et qui peut être bien

étudiée dans la tranchée au-delà du premier pont au nord de la gare, en suivant la voie jusqu'à la rencontre du grand accident de Septèmes. En ce point il recouvre, par suite d'un pli faille, des calcaires blancs (Jurassique supérieur?). Des traces de Bajocien, de Lias et de Trias apparaissent dans la faille entre ces deux terrains.

Aux environs de Septèmes, le Bathonien est très bien développé et présente une épaisseur de près de 150m. Il est assez fossilifère, et l'on peut distinguer deux niveaux fossilifères principaux : vers la base, une zone à *Perisphinctes quercinus* Terquem et Jourdy, avec *Sphæroceras microstoma*, etc. (50 à 60m) ; au-dessus, et séparée de la zone précédente par plus de 50m de couches très peu fossilifères, vient une zone assez riche en Ammonites, où j'ai pu recueillir :

Oppelia aspidoides Oppel.
Oppelia tenuistriata de Grossouvre (1).
Phylloceras zignodianum d'Orb.
Rhacophyllites Hommairei d'Orb.
Perisphinctes Backeriæ d'Orb.
Harpoceras lunula R.
Harpoceras hecticum Hartmann.

Cette bande se poursuit, dans les mêmes conditions, un peu au sud-est de Bastidonnes, où elle disparaît par un accident encore peu connu, sous les calcaires et les dolomies de la série supérieure. Au nord de Jean-le-Maître, le Bathonien existe très probablement, à l'état de bande étirée, entre l'Infralias et le Callovien, dans la série jurassique renversée, mais je n'y ai recueilli aucun fossile caractéristique.

Une nouvelle bande se montre dans la série régulière, sous le Callovien, au castellas de St-Savournin, et se dirige nord-sud pour venir traverser la grande route d'Italie à 200m environ à l'ouest de l'auberge de Pichauris. Elle est fossilifère sur tout son parcours, mais les fossiles y sont peu abondants.

Je citerai : *Oppelia sublunula*, *Lytoceras tripartitum*, *Sphæroceras microstoma*.

Près de Pichauris, j'ai recueilli encore à ce niveau *A. microstoma*, *A. aspidoides* Oppel, *Pecten silenus*.

Le fait le plus intéressant et jusqu'ici ignoré, est la présence de végétaux à la base du Bathonien. Il ne faudrait pas se hâter de conclure à un faciès littoral, mais on peut en déduire qu'à cette époque déjà il existait, dans la mer bathonienne, des courants venant de la région émergée des Maures.

Callovien. — Le Callovien est assez bien développé également, dans la chaîne de la Nerthe. Il forme une bande qui passe au

(1) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVI.

hameau même de la Nerthe, mais qui se termine, étirée, à un kilomètre environ au nord-est. Comme pour le Bathonien, il est intéressant de signaler la présence de traces végétales et d'une élytre d'insecte dans le calcaire de la grande carrière située au nord du hameau de la Nerthe, à la base du Callovien. Ces calcaires contiennent en outre *Reineckeia anceps*, *Perisphinctes Backeriæ*, *Macrocephalites macrocephalus*, *A. lunula*, *A. bullatus*.

La bande réapparaît au sud des Bouroumettes, où elle est assez élargie, et traverse la route de St-Antoine à l'Assassin; elle est en partie masquée par les dépôts sannoisiens du bassin de Marseille. Elle se développe de nouveau à l'est de ce point, et acquiert son maximum de puissance à la traversée de la grande route et du chemin de fer de Septèmes.

Dans la tranchée même, le Callovien inférieur, zone à *A. macrocephalus* Schloth. est assez peu fossilifère, mais la zone à *A. anceps* est assez bien caractérisée aux environs du cimetière du village. Avec cette espèce, j'ai recueilli des débris de grosses Ammonites presque lisses, et, à une faible distance de là, des Ammonites à côtes flexueuses, et un échantillon, en assez bon état, de *A. Sallesi* Reynès. Dans un banc de calcaires marneux, exploité près du cimetière, et immédiatement inférieur aux couches précédentes, on trouve *Harpoceras lunula*, *A. Hommairei*, *B.* cf. *hastatus*, de petits Aptychus, un *Pecten* lisse analogue au *P. silenus*, et la *Lima furstembergensis* Rœm., signalée par M. Collot.

C'est au sud des Bastidonnes, en un point sans doute très voisin de celui que M. Collot a signalé dans sa note, que mes recherches ont été le plus fructueuses (1). J'ai recueilli là un grand nombre d'espèces parmi lesquelles se trouvent plusieurs types non encore signalés dans cette partie de la Provence. En voici la liste :

Macrocephalites macrocephalus rotundus Quenstedt.
» » *compressus* Quenstedt.
Perisphinctes Backeriæ Sow. in d'Orb., figure 123 de la *Paléontologie française* = *subbackeriæ* du Prodrome de d'Orbigny.
Perisphinctes convolutus ornati Quenstedt.
» » *parabolis* »
» *Hommairei* d'Orb.
» *sulciferus* Opp.
» *triplicatus* Quenst. Les côtes sont un peu plus

(1) Un certain nombre de ces fossiles ont été recueillis dans une première course faite en commun avec M. Bresson et M. Counillon.

serrées et plus nombreuses que dans la figure donnée par Quenstedt. Ce fait, déjà signalé par M. Collot pour une espèce du bassin d'Aix, me porte à croire que l'échantillon de M. Collot doit être identique au mien.

Perisphinctes Wagneri Opp. in Neumayr.

Perisphinctes cf. *colubrinus* Rein. in Quenstedt. Même taille que *colubrinus* de Quenstedt, tabl. 12, fig. 10. La section est cependant un peu plus large et non subquadrangulaire. Les côtes, avant leur bifurcation, sont plus saillantes et un peu plus espacées.

Perisphinctes curvicosta Opp. in Neumayr.

Sphæroceras bullatum d'Orb.

» *microstoma* Quenstedt.

Æcoptychius refractus Reinecke in Quenstedt.

» sp. ?

Haploceras cf. *oolithicum* d'Orb. Cette espèce se rapproche aussi beaucoup de *A. erato*. C'est — dirait-on — l'intermédiaire callovien de ces deux formes.

Oppelia biflexuosa d'Orb.

Harpoceras lunula Reinecke, non Zieten in d'Orb.

Parkinsonia Parkinsoni planulata Quenst. Jura.

Harpoceras hecticum Hartmann in d'Orb. = *A. sublunula* Reynès.

Oppelia auritula Opp.

Ammonite très voisine de celle figurée dans Neum. Cephal. de Balin, fig. 4, sous le nom de *Perisph.* cf. *spirorbis*. Exemplaire un peu plus gros, côtes un peu plus nombreuses.

Ancyloceras cf. *spinatum* Baugier et Sauzé in d'Orb.

Anc. distans Baugier et Sauzé in d'Orb.

Aptychus petit, très finement strié.

Belemnites du type de *B. hastatus*.

Belemnites sauvaneausus d'Orb.

Belemnites sp.

Belemnites sp.

Terebratula aff. *provincialis* E. Desl.

Rhynchonella sp.

Lima furstembergensis Rœm. (1).

Pecten voisin de *P. silenus*.

Trochus.

Rostellaria.

Articles de Crinoïdes.

(1) Cette détermination est due à M. Collot, *loc. cit.*

A l'est de ce gisement fossilifère, le Callovien disparaî
le Bathonien, par suite d'une grande faille qui le fait s
sous les calcaires du Jurassique supérieur.

A Jean-le-Maître, un petit affleurement se montre, a
la bande triasique, entre les calcaires oxfordiens au no
dolomies triasiques au sud.

On peut y recueillir *A. macrocephalus*, *A. Backeriæ*.

La zone à *A. macrocephalus* est d'ailleurs partout fossili
un repère précieux.

Aux environs de Pichauris, on la trouve à flanc de c
nord de la route de l'auberge à la Croix-Rouge.

Un peu plus loin elle se montre au col qui domine Cad
A. macrocephalus, *A. Backeriæ*, etc. La zone à *A. anceps*
également.

Oxfordien. — Cet étage est très mal représenté dans
de la Nerthe proprement dite. Avant le hameau, quelque
de calcaires, présentant l'aspect jaune clair cristallin des
oxfordiennes, se montrent entre les dolomies et le Callovi
là sans nul doute un accident — faille de plissement ou
ment — qui fait disparaître en partie cet étage. Un p
l'ouest, il semble y avoir une épaisseur plus grande attr
l'Oxfordien, dans les escarpements qui dominent au su
de la Nerthe au Logis-Neuf (près le Rove), mais les foss
défaut.

Des calcaires en bancs puissants et bien réglés formen
sud une bande importante traversée par la route de l'Estae
des-Lanciers, sur une grande épaisseur. Ils sont reco
nord par les dolomies au voisinage du hameau de la Nert
qu'ils buttent au sud, par faille, contre les dolomies de la
tunnel vers l'Estaque. Ils ont été attribués par M. M
l'Oxfordien. Je n'ai pu y découvrir que des débris de B
des Térébratules, et quelques fragments d'Ammonites
Perisphinctes. M. Matheron y a signalé *A. plicatilis* et *B. h*

Une autre bande oxfordienne apparaît un peu à l'oue
tèmes, et s'étend assez loin vers l'est, c'est de beaucou
importante et la plus intéressante. Traversée par la gra
et la voie ferrée, elle offre un grand nombre de tranchées
risent les observations, et de plus, des exploitations im
de calcaires ont contribué à mettre à nu les strates pa
nettes de cette partie du Jurassique.

On y rencontre peu de fossiles, il est vrai, mais qu

sont bien nets et caractéristiques. Mes recherches m'ont permis de préciser un peu plus l'âge des zones fossilifères et de signaler quelques espèces que l'on n'y connaissait pas.

Le passage du Callovien à l'Oxfordien se fait d'une manière insensible et la partie inférieure ne m'a fourni aucun fossile caractéristique.

Les premiers gisements, déjà explorés par M. Collot, appartiennent à un niveau très élevé de l'Oxfordien.

Un banc ferrugineux, qui forme un plan incliné vers la route, avant la sortie méridionale du deuxième tunnel, au sud de la gare de Septèmes, contient les fossiles suivants :

Perisphinctes Navillei E. Favre.
Peltoceras Arduennense d'Orb.
Haploceras Erato d'Orb.
Aspidoceras perarmatum Sow.
Nautilus sp.
Grosses Belemnites de grande taille.

Un peu plus au sud, j'ai recueilli, dans la grande carrière près de laquelle vient s'ouvrir la bouche du deuxième tunnel au sud de la gare, un plus grand nombre de fossiles très intéressants.

Rhacophyllites tortisulcatus d'Orb. Variété épaisse à flancs bombés et d'assez grande taille.
Perisphinctes plicatilis Sow., très abondant.
» *biplex.*
» *birmensdorfensis* Mœsch. in de Riaz (1).
» *virgulatus* Quenstedt.
» *Martelli* Oppel.
» *Lucingæ* E. Favre. Les côtes sont un peu moins serrées, elle a exactement la même taille, les côtes s'infléchissent sur la face ventrale. Elle paraît se rapprocher beaucoup par certains caractères de *A. virgulatus.*

Ces espèces ont déjà été signalées par M. Collot avec des Spongiaires, des radioles de *Cidaris*, quelques Bélemnites, des Térébratules et des *Aptychus* lisses.

J'ai trouvé en effet plusieurs espèces de Spongiaires :

Scyphia propingua Munst.
Scyphia Schlotheimi Munst.
Tragos acetabulum Munst.
Scyphia sp.

des Térébratules déformées par des phénomènes mécaniques, de gros radioles de *Cidaris* paraissant appartenir au *Cidaris filograna*

(1) Description des Ammonites de la zone à *Pell. transversarium* de Trept.

Agassiz, de petits radioles de *Cidaris* indéterminables, un *Pseudodiadema* (*Langi* Desor?), un Oursin irrégulier (1), des Crinoïdes (*Apiocrinidæ*) *B.* (*Hybolites*) *hastatus*, et j'ai de plus à signaler la présence des types suivants :

Aspidoceras perarmatum Sow.
» sp.
Aptychus latus Park. in Favre, Voirons.
Rhynchonella lacunosa Schlot. Petites Rhynchonelles.
Pecten sp.
Pecten sp.
Hinnites sp.
Lima sp.
Serpules.

Les *Aspidoceras* n'avaient jamais été signalés à Septèmes. Ils semblent indiquer un niveau très élevé dans l'Oxfordien, ainsi du reste que l'*Aptychus latus* et l'*A. virgulatus*. Cette faune paraît indiquer la limite de l'Oxfordien et du Rauracien. Je n'ai pas eu la bonne fortune de retrouver *A. transversarius* signalée par M. Collot. Sans doute les bancs contenant cette forme ont disparu par suite de l'exploitation.

L'Oxfordien, épais de 100m environ, se poursuit de là jusqu'aux environs de Jean-le-Maître, où il disparaît, coupé en biseau par une grande faille.

Il se montre encore en situation normale entre le Callovien et les calcaires lithographiques rauraciens et séquaniens, dans l'affleurement jurassique très important qui s'étend du nord au sud, entre le castellas de St-Savournin et les ruines du château de Nerf. Les fossiles y sont très rares et je n'ai trouvé que des tiges de Crinoïdes et quelques Oursins dans un banc dur, compact, qui paraît appartenir à la partie tout à fait supérieure de l'étage.

Séquanien. — Des calcaires lithographiques d'une épaisseur de plus de 50m se présentent, reposant régulièrement sur l'Oxfordien, dans la chaîne de la Nerthe, entre le hameau et la route de Rove.

Dieulafait avait signalé dans ces couches *A. polyplocus* avec *A. iphicerus*.

Les seuls points qui, jusqu'à présent, m'ont fourni des fossiles séquaniens incontestables, sont les escarpements situés au nord-est de la ferme de l'Establon. Les fossiles se montrent à 20m environ au-dessous du contact des dolomies, mais ils sont rares et assez frustes. J'ai pu recueillir :

(1) Je dois les renseignements sur ces Echinodermes à la complaisance de M. Gauthier.

Perisphinctes polyplocus Quenstedt.
» *Lothari* Oppel.
Oppelia trachynota ? ou peut-être une espèce très voisine, telle que *Opp. Holbeini* Oppel.
A. balderus Opp.
Terebratules indéterminables.
Pecten vitreus Rœm.
Aptychus identique à celui figuré dans Favre, *Mém. Soc. paléont. Suisse,* vol. IV, Pl. IX, Fig. 1 et 2 et appartenant à la zone à *Oppelia tenuilobata.*

Cette faune est comparable à celle de Baden.

Il faut ajouter qu'un affleurement très restreint de ces calcaires, au nord de Rio Tinto, présente un certain nombre de fossiles en bon état et de plus qu'il a fourni récemment des traces d'os de reptiles et des dents palatines de poissons (*Hybodus*). J'ai déterminé : *Perisphinctes balderus* Oppel, *Perisphinctes* sp., des Térébratules, des Pectens, etc.

On retrouve ces calcaires dans la série renversée au sud-ouest de Simiane, où ils présentent un beau développement et enfin dans la bande de St-Savournin, où ils sont en situation normale. Il faut sans doute rattacher à ces couches l'affleurement calcaire qui forme une petite bande au nord-ouest de Château-Gombert et qui présente des bancs orientés sud-ouest-nord-est et plongeant au sud-est.

Kimeridgien. — Les dolomies, qui occupent de si vastes espaces dans la chaîne de l'Etoile et de la Nerthe et qui, jusqu'à présent, avaient été considérées comme privées de fossiles, m'en ont fourni un certain nombre, malheureusement en assez mauvais état de conservation. Cependant quelques exemplaires sont déterminables, et, quant aux autres, je ne citerai que le genre pour donner une idée de cette faune, que des recherches pourront peut-être faire mieux connaître.

Rhynchonella Astieri?
Megerlea pectunculoides, fig. 86, 87 in Quenstedt. Cette espèce se trouve dans le Jura ε de Arnegg et de Natthein, elle est là franchement kimeridgienne (1).

(1) Cette forme, dont le genre a été reconnu tardivement, a été assimilée à toute une série de formes paraissant analogues, mais peut-être pas identiques, et décrites sous les noms de *Terebratula pectunculoides, Terebratula tegulata, Terebratella pectunculoides.* Le type des dolomies de Marseille paraît identique à celui de Quenstedt.

Pecten lisse et de petite taille.

Pecten à côtes unies et régulièrement divergentes, spécifiquement indéterminable.

Pecten d'assez grande taille, très voisin de *P. obscurus* du Jura-calk de Westphalie et des limestone slates of Stonesfield, espèce avec de très fines stries rayonnantes.

Pecten à côtes tranchantes et plus espacées que dans le précédent.

Avicula sp.

Gros bivalves à côtes tuberculées.

Nombreux petits bivalves.

Terebratula.

Valve supérieure d'une petite Rhynchonelle tout à fait analogue à *Rh. spoliata* Suess in Favre (1) avec des stries très fines rayonnantes et quelques sillons concentriques formés par des lamelles d'accroissement.

Tiges de Crinoïdes (*Apiocrinidæ*) abondantes.

Radioles d'Oursins.

Polypier simple d'assez grande taille.

Je rappellerai en outre que M. Collot avait trouvé dans un calcaire intercalé à la base des dolomies un radiole de *Cid. Blumenbachi.*

Cette faune présente des affinités kimeridgiennes. La présence de *M. pectunculoides* associée à *Rh. Astieri* est surtout significative.

L'abondance des radioles d'Oursins et des tiges d'Encrines, la présence des Bivalves et des Polypiers, et l'absence de Céphalopodes, indique un faciès de mer peu profonde, subrécifal, le prélude de l'état de choses qui caractérisera la partie supérieure du Jurassique de Provence.

Les dolomies jurassiques de la chaîne de l'Etoile et de la Nerthe me paraissent appartenir entièrement à l'étage kimeridgien.

Au point de vue de la distribution des affleurements, elles forment d'abord une grande bande qui naît au nord du Rove et s'allonge du sud-ouest au nord-est plongeant au nord-ouest, recouverte au nord par le calcaire à *Heterodiceras* et reposant au sud comme en transgression sur des affleurements soit de Trias, soit de Lias ou de Jurassique inférieur. Cette bande, qui passe au nord du jas de Rode, vient finir sous le Danien des Cadenaux et de Sénières. Elle ne m'a fourni aucun fossile.

Un autre affleurement, de grande étendue, mais très irrégulier,

(1) *Mém. Soc. paléont. Suisse*, vol. VI, Pl. V.

s'étend au sud du Rove et forme comme une moitié de dôme entourant de toutes parts, à l'ouest et au sud, le bombement des calcaires séquaniens, visible sur la route du Rove à l'Estaque. Cette bande vient finir au nord de l'Estaque sous le tertiaire du bassin de Marseille.

Quant à l'affleurement de la Nerthe, sa situation au-dessus de l'Oxfordien n'est pas douteuse, mais ses relations sont encore obscures avec les affleurements qui l'entourent.

La grande masse de la partie centrale de la chaîne de l'Etoile est formée par les dolomies. Elles reposent normalement sur les calcaires séquaniens jusqu'au méridien de Jean-le-Maître, et leurs relations avec la partie renversée du pli de l'Etoile, à partir de ce point, sont très complexes et mal connues.

Cet énorme massif dolomitique se relie à l'est avec un autre moins important qui couronne la série jurassique de St-Savournin. Je n'ai à signaler aucun fossile. Au sud de Simiane, les dolomies jurassiques se rencontrent encore dans la série renversée.

Portlandien. — Les calcaires blancs supérieurs aux dolomies(1) jurassiques de Provence ont été attribués par Coquand (2), d'abord au Corallien, puis à l'ensemble du Kimeridgien et du Portlandien.

Dieulafait (3) les rattachait à l'Urgonien et enfin on est aujourd'hui d'accord pour les classer dans le Jurassique tout à fait supérieur. On a reconnu, en effet, que les *Diceras* de Coquand, découverts au vallon de la Cloche, et que Dieulafait considérait comme des *Caprotina ammonia*, sont des *Heterodiceras* analogues à *H. Lucii* des calcaires coralligènes du Jura, des Alpes et de Saint-Hippolyte. Je ne veux pas rappeler en détail les discussions, parfois assez vives, qui eurent lieu entre Coquand, Dieulafait et Hébert en 1865-66-67-68-69, etc., sur l'âge des calcaires blancs nérinéens (4). Je rappellerai simplement que c'est à la détermination générique des Rudistes du vallon de la Cloche par M. Munier-Chalmas que l'on dut l'assimilation de ce calcaire à celui de l'Echaillon, du Salève, etc.

Les fossiles signalés par Coquand dans les calcaires blancs sont les suivants :

(1) On considérait alors toutes les dolomies jurassiques de Provence comme appartenant au Jurassique supérieur. En réalité, il y a un faciès dolomitique qui, confiné dans le Kimeridgien, dans la Nerthe, se montre ailleurs, à peu de distance, dans le Bathonien ou le Callovien.

(2) *B. S. G. F.*, 1er juin 1863, 2e série, t. XX.

(3) *B. S. G. F.*, 1er juin 1866, 2e série, t. XXIII.

(4) Coquand. *B. S. G. F.*, 2e série, t. XVI, p. 834, 854.

Nerinea bruntrutana Thurm.
» *suprajurensis* d'Archiac.
» *gosæ*.
Diceras Escheri de Loriol.
» *Lucii* Defrance.
Diceras arietinum Lam.
» *suprajurense* Thurm.
Trichites Saussuri Deshayes.
Terebratula moravica Glocker (*T. Repeliniana* d'Orb.).

Cette liste ne doit être acceptée qu'avec la plus grande réserve. Des espèces comme *Dic. arietina* avaient été citées par erreur, Coquand l'a reconnu lui-même, et quant aux autres, il serait nécessaire de vérifier leur présence. Pour ma part, je n'ai recueilli dans ces calcaires que des fragments, parfois assez gros, de Rudistes, en mauvais état de conservation, mais paraissant très comparables aux *Heterodiceras Lucii* provenant de St-Hippolyte, des Polypiers, des Ostracés, des Nérinées, mais le tout dans un tel état de conservation, qu'il est impossible de déterminer une espèce. Je dois ajouter que je n'ai jamais vu, jusqu'à présent, de traces de Térébratules. Le seul fait paléontologique important qui permette de rattacher les calcaires blancs au Portlandien est la présence d'un *Diceras* analogue au *D. Lucii*, suivant l'expression même de M. Hébert (1).

Il est donc très intéressant de constater, comme confirmation, que ces calcaires sont compris entre le Valanginien et des dolomies puissantes qui présentent déjà à leur base une faune à affinités kimeridgiennes. L'attribution au Portlandien paraît donc très probable.

Les calcaires blancs coralligènes accompagnent le plus souvent les dolomies. On les trouve d'abord formant une longue bande sur le versant nord de la chaîne de la Nerthe, depuis le sommet des collines du Rove jusqu'au moulin des Cadenaux, en passant par le vallon bien connu de la Cloche. On les voit également dans la série renversée de Simiane; enfin les principaux sommets de l'Etoile sont couronnés par des bancs énormes de ces calcaires gris ou blanchâtres qui ne m'ont fourni aucun fossile.

Comme on l'a déjà fait remarquer, le Jurassique supérieur de la Provence doit être comparé non aux séries alpines, mais au Jurassique de Ganges et de St-Hippolyte, ou bien encore aux séries d'Argovie, de Souabe et de Franconie, et l'analogie est frappante. Les calcaires lithographiques correspondant à l'ensemble des calcaires marneux à *Opp. tenuilobata* et aux calcaires à éponges siliceuses de Souabe, la dolomie pourrait être assimilée à la dolomie franconienne qui renferme comme elle *Megerlea pectunculoïdes* asso-

(1) *B. S. G. F.*, 1869, 2e série, t. XXVII, p. 116.

ciée à une faune coralligène. Les calcaires coralligènes seraient tout-à-fait comparables aux calcaires oolithiques de Kelheim et de Schnaitheim. Nous avons vu du reste précédemment que la faune de Septèmes représente bien l'Argovien supérieur de Birmensdorf et que les formes trouvées dans les calcaires lithographiques étaient celles de la faune de Baden.

Telles sont nos connaissances actuelles sur le Jurassique de l'Etoile et de la Nerthe. On voit que, malgré la pénurie des fossiles dans certaines zones, on peut constater que la série est complète et comparable à celle de la Souabe et de la Franconie et des régions voisines, ou encore à celle de Ganges et de St-Hippolyte. Les différences avec la série d'Aix sont insignifiantes dans l'ensemble.

PORC-ÉPIC QUATERNAIRE DE MONTSAUNÉS (HAUTE-GARONNE)

par M. **Édouard HARLÉ.**

Les gisements quaternaires ayant donné des restes de Porc-épic sont peu nombreux. Si même je ne me trompe, on n'en cite qu'un seul en France : la brèche de Quaternaire ancien de l'île Ratonneau, à Marseille, où Gervais a signalé des ossements d'un Porc-épic d'un tiers plus grand en dimensions que l'espèce actuelle et auquel il a donné, pour ce motif, le nom de *Hystrix major* (1). Je crois donc intéressant de publier la découverte d'un os de Porc-épic que je viens de faire dans une grotte des Pyrénées.

Cette grotte est le repaire d'Hyènes de Montsaunés (Haute-Garonne), où j'ai déjà recueilli une faune du Quaternaire inférieur, à climat chaud, comprenant le Magot, une grande Hyène rayée, un *Rhinoceros Merckii* et autres animaux que j'ai énumérés dans une note insérée au Bulletin de 1894, p. 234. De nouvelles fouilles dans ce gisement m'ont procuré, avec des ossements des mêmes animaux et de nombreux coprolithes d'Hyène, l'astragale que voici figuré, en vraie

Fig. 1. — Astragale du Porc-épic quaternaire de Montsaunès.

grandeur, vu suivant les faces supérieure, inférieure et postérieure. Cet os a la même forme spéciale et caractéristique que chez le Porc-épic. Il a la même grosseur que chez les individus de moyenne ou même de petite taille du Porc-épic ordinaire actuel, *Hystrix cristata*. Même en supposant qu'il provienne d'un jeune sujet, n'ayant pas encore complètement atteint sa taille normale, il montre que la faune de la grotte de Montsaunés comprend un Porc-épic de la taille de l'espèce actuelle.

(1) GERVAIS. *C. R. Ac. Sc.*, 10 octobre 1859.

Le fait que ce Porc-épic est de la taille de l'espèce actuelle, tandis que celui de Gervais est d'un tiers plus grand, tend à prouver que le gisement de Montsaunés est plus récent que celui de l'île Ratonneau. Le Porc-épic de Montsaunés serait le dernier représentant connu, en France, du genre *Hystrix*. Il y a succédé à l'*Hystrix major* du Quaternaire ancien de l'île Ratonneau, à l'*Hystrix refossa* du Pliocène supérieur de Perrier, à l'*Hystrix primigenia*, découvert par M. Depéret dans le Pliocène moyen des Pyrénées-Orientales. Il a vécu, comme eux, dans un climat chaud. Il est probablement leur descendant plutôt qu'un émigré venu de pays lointains. Actuellement, le Porc-épic vit dans le Sud de l'Italie et jusqu'à Rome et se trouve aussi dans le Midi de l'Espagne. Il a reculé, vers le Sud, de quelques centaines de kilomètres depuis que les Hyènes rayées avaient leur repaire à Montsaunés. Sa rareté dans nos gisements quaternaires provient peut-être de ce que ceux de climat chaud sont presque tous constitués par des alluvions qui contiennent seulement de gros os.

M. Nehring a appelé l'attention sur ce que les quelques ossements de Porc-épic qui ont été découverts en Allemagne dans des gisements quaternaires, se trouvaient avec les restes d'animaux de la faune des steppes (1). Il en a conclu que ce Porc-épic devait être rapproché, non de celui du Sud de l'Europe, mais de celui qui habite maintenant les steppes à l'Est de la Russie. La faune des steppes a été trouvée dans bien des gisements de notre pays. Ainsi, je puis citer, pour le Sud-Ouest de la France seulement, treize gisements ayant certainement donné du *Saïga tartarica* et six un Spermophile très voisin du *Spermophilus rufescens* actuel des steppes de l'Est de la Russie (2). Mais, dans aucun, on n'a trouvé de Porc-

(1) Nehring. *Tundren und Steppen*, 1890, et *Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin*, séance du 15 décembre 1891.

(2) Les restes de Saïga ont été étudiés d'abord par Lartet (*C. R. Ac. Sc.*, 27 juin 1864) et par M. Gaudry (*Mat. pour l'Hist. des Temps quat.*, 2e fasc.). Voici la liste des gisements à Saïga que je connais dans le Sud-Ouest de la France : abri de Lafaye, à Bruniquel (Tarn-et-Garonne) ; grotte des Forges, près de Bruniquel, mais dans le Tarn ; abri de Laugerie-Basse (Dordogne) ; grotte des Eyzies (Dordogne) ; grotte de l'Eglise, à Excideuil (Dordogne) ; grotte de Raymonden, près de Périgueux (Dordogne) ; abri de Bourdeilles (Dordogne) ; abri de Champs-Blancs, à Bourniquel (Dordogne) ; grotte du Placard, à Rochebertier (Charente) ; grotte de Pont-de-la-Trache, près de Cognac (Charente) ; grotte de Chaffaud, près de Civray (Vienne) ; grotte de Bellevue, près de Jonzac (Charente-Inférieure) ; grotte des Fées, près de Bourg (Gironde).

Voici la liste des gisements de la même région ayant donné du Spermophile : grotte de Cro-Magnon (Dordogne) ; grotte des Eyzies (Dordogne) ; grotte de Ray-

épic. Ces gisements appartiennent à la fin du Quaternaire (Solutréen et Magdalénien de M. de Mortillet), car ils ont tous donné des restes d'animaux ou tout au moins d'industrie humaine qui la caractérisent (1). Il est donc probable que le Porc-épic de Montsaunés a émigré vers le Sud, tandis que celui des steppes ne s'est pas avancé vers l'Ouest ou le Sud-Ouest jusqu'à notre région.

A PROPOS DU GENRE *HOPLITES*

par M. **Ch. SARASIN.**

A la suite d'un échange de lettres avec M. le Professeur Uhlig, j'ai été amené à revoir l'échantillon de *Hoplites* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl. dont les cloisons ont été figurées à la planche XLII, fig. 7, du mémoire sur les Ammonites du Hils de l'Allemagne du Nord (*Paleontographica*, tome 27, année 1880-81) et j'ai constaté que, par suite d'une interversion d étiquette fort regrettable, l'échantillon indiqué dans les collections du Musée de Genève comme étant le type de cette figure, ne l'est pas en réalité et que, par conséquent, mon dessin des cloisons de *Hopl.* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl. (*B. S. G. F.*, 3e série, tome XXV, page 771) correspond non seulement à un autre individu mais à une autre espèce. Quoique cette rectification ne change en rien mes conclusions générales sur le groupe de *Hoplites cryptoceras*, elle est nécessaire pour éviter toute confusion et pour rendre justice à MM. Neumayr et Uhlig dont la figure est beaucoup plus exacte que cette erreur d'étiquette ne me l'avait fait admettre. Le dessin de cloisons de ces auteurs n'est pourtant pas d'une exactitude absolue comme on peut s'en convaincre par l'examen de la figure ci-jointe qui reproduit deux lignes de sutures successives de l'échantillon type *Hopl.* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl.; le lobe ventral en est beaucoup trop long, le premier lobe latéral trop court et trop dissymétrique, et

monden, près de Périgueux (Dordogne); grotte du Placard, à Rochebertier (Charente); grotte de Pair-non-Pair et grotte des Fées, près de Bourg (Gironde).

On trouvera leur bibliographie et d'autres détails dans mes communications des 18 janvier, 15 février et 5 juillet 1893 à la *Soc. d'Hist. nat. de Toulouse*.

(1) Un seul outil en silex n'a souvent pas grande valeur pour dater un gisement; mais il en est tout autrement d'un grand nombre de ces objets lorsqu'ils ont été recueillis sans faire de choix.

les selles ne sont pas assez finement dentelées. Ces cloisons se rapprochent, du reste, beaucoup de celles de l'échantillon que j'avais pris d'abord pour le type des savants autrichiens (Fig. 7 de ma précédente note), dont elles ne se distinguent guère que par un lobe ventral plus long, un premier lobe latéral un peu plus dissy-

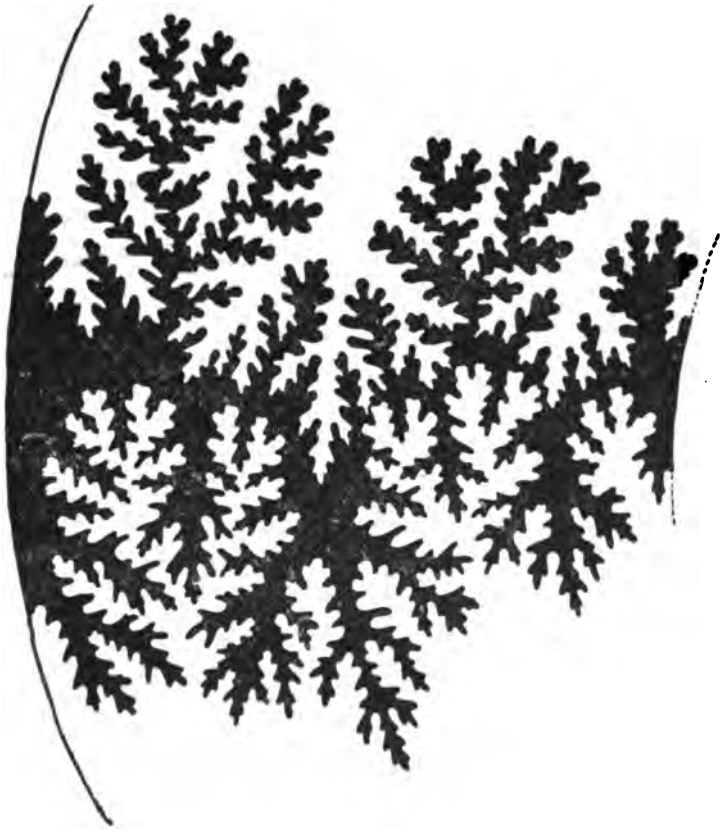


Fig. 1. — *Hoplites* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl. — Grossissement : 2 fois.

métrique et surtout par la forme très différente de la deuxième selle latérale, divisée très inegalement par un lobe accessoire.

Quant à l'ornementation, l'échantillon dont j'ai figuré les cloisons dans ma précédente note est incontestablement très voisin de la figure d'*Hopl. cryptoceras* de d'Orbigny avec des côtes plus droites et un peu moins nombreuses et des tours plus larges et légèrement

arrondis sur le pourtour externe ; il présente nettement des caractères intermédiaires entre *Hopl. cryptoceras* d'Orb. et *Hopl. salevensis* Kilian (= *Hopl. cryptoceras* de Lor.).

L'échantillon type correspondant à la fig. 7, planche XLII, de MM. Neumayr et Uhlig possède des côtes beaucoup plus nombreuses, presque droites et toutes sensiblement égales entre elles, partant assez régulièrement deux par deux de petits tubercules ombilicaux ; les tours sont légèrement arrondis sur les côtés et le pourtour et les tubercules marginaux sont à peine indiqués. Cet individu forme, pour ainsi dire, un type de passage entre *Hopl. paucinodus* et *Hopl. amblygonius*, se rapprochant plutôt d'*Hopl. amblygonius* par son ornementation, tandis que ses cloisons rappellent celles d'*Hopl. paucinodus*, comme le font déjà remarquer MM. Neumayr et Uhlig.

A la suite de ces quelques observations, il est à peine besoin d'ajouter que c'est par un lapsus calami que j'ai écrit à la page 770 de ma précédente note *Hopl.* aff. *neocomiensis* au lieu de *H.* aff. *cryptoceras*. Je tiens à reconnaître d'autre part le bien fondé de diverses remarques que M. Kilian a cru devoir me faire dans une note parue récemment (*B. S. G. F.*, t. XXVI, p. 129, 1898). Je me range tout d'abord absolument à son avis en ce qui concerne *Hopl. asperrimus* qu'il rapproche de *H. Koellikeri* et non pas de *H. gargasensis*, à côté duquel je l'avais placé à tort. Ensuite, il est certain que j'aurais mieux fait d'employer les termes de *H. pexiptychus* Uhl. et *H. furcatus* Sow. au lieu de *H. Roubaudi* d'Orb. et *H. Dufrenoyi* d'Orb. ; si je me suis servi de ces deux derniers noms, c'est qu'ils m'ont paru plus courants que leurs synonymes et sont en tous cas universellement connus.

Quant au manque de figures, que M. Kilian me reproche, il est peut-être regrettable, mais provient de ce que je n'avais nullement l'intention de faire dans le travail en question une revision de toutes les espèces d'*Hoplites* pour établir des distinctions entre des formes très voisines ; mon but était d'étudier les rapports qui existent entre les quatre genres traités et de grouper dans chacun de ces genres les espèces de la façon la plus rationnelle possible en tenant compte des données phylogéniques et ontogéniques.

La description en détail des espèces nouvelles, la revision des types des anciens auteurs, ont déjà été faites en grande partie par MM. Kilian, Sayn, Neumayr, Uhlig et d'autres, auxquels nous devons une série de remarquables travaux sur ce sujet et qui nous en promettent encore.

PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE DES PYRÉNÉES

par M. **STUART-MENTEATH.**

Dans cinq mois de courses récentes j'ai pu noter les faits suivants qu'il est utile de faire connaître sans retard. — Ayant déterminé d'abord et de tous les côtés une continuité absolue entre les couches de La Tume où Coquand a signalé des fossiles du Provencien et la *base* de la *dalle* de Penemedaa, Pène-Sarrières et la Latte de Bazen, j'ai suivi la discordance qui est parfois de 90° et retrouvé les fossiles de Coquand vers la base de la *dalle* entre Pla Ségouné et la mine d'Anglas, c'est-à-dire dans la base du calcaire figuré comme *dalle* typique dans les coupes de M. Beaugey (*B. S. G. F.*, t. XIX, p. 94). Il s'ensuit que le Crétacé supérieur passe dans la Pène d'Aube, comme je l'ai indiqué dans la carte de MM. Carez et Vasseur en 1885. La présence du Silurien que j'ai figuré entre Pierrefitte et Arrens est une suite de la discordance déjà signalée. Le garde de la mine d'Anglas ayant beaucoup cherché des fossiles pour feu Liétard, je lui ai indiqué le meilleur gîte qui tranche définitivement la question et il saura le montrer à tout géologue qui visitera les Eaux-Bonnes. J'ai encore constaté la présence de la *Janira quinquecostata* parmi les huîtres crétacées qui reposent directement sur le granite aux Eaux-Chaudes dans une couche qui forme la base de tout le massif du Ger.

Une discordance analogue, entre le marbre de Geten à Belemnites et les ardoises verticales du Dévonien, est très claire des deux côtés de la mine de cuivre d'Aspeigt. En négligeant ce trait fondamental de la tectonique, on a confondu les Goniatites trouvées « toujours sous bois » près Gère Belesten, avec les fossiles du marbre supérieur et on n'a pas hésité à classer dans le « Carboniférien inférieur » le poudingue caractéristique du Trias qui affleure trois fois dans la vallée de Lassoudre, entre le Paléozoïque et le marbre.

Pareillement, on a confondu le Jurassique vertical à Belemnites du nord d'Asté avec le calcaire à *Toucasia* de Pène-de-Béon, qui en est séparé par des ardoises aptiennes ; et à Pont-Suson on a classé comme calcaire à *Toucasia* le même calcaire, qui forme là une boutonnière jurassique remplie de Lherzolite, gypse et marnes irisées à l'ouest de Sarrance. Le vrai calcaire à *Toucasia*, qui passe à plus de cent mètres plus haut, est complètement omis des coupes relevées sur la grande route ; et « l'Albien » de ces coupes est en

réalité tantôt l'Aptien à Belemnites, tantôt le prolongement du « Flysch cénomanien », qui, depuis la plaine, pénètre en golfes dans la lisière bosselée des Pyrénées. La tectonique fondée sur ces confusions et leurs conséquences dans toute la région est naturellement d'une originalité remarquable.

En Catalogne, j'ai pu reprendre mes observations antérieures en visitant les pointements triasiques qui ont été définitivement distingués de l'énorme formation salifère de l'Ebre par les recherches infatigables de M. Vidal. La confusion entre ces deux formations est facile, mais les coupes de Camarasa, Alos et Villanova de Meya expliquent cette illusion. Leymerie, et M. Vidal lui-même dans ses premières coupes, ont confondu les pointements triasiques avec l'Oligocène salifère. Dans les vallées de Gistain et de Bielsa j'ai pu suivre cette année un Trias typique placé immédiatement sur le granite et *au-dessous* de tous les calcaires supposés paléozoïques de Héas et Gavarnie. Plus au sud, dans les mêmes vallées, une formation salifère accompagnée d'ophite traverse le Sénonien à *Orbitolites socialis* et *Ostrea larva*. Ici la confusion a persisté en attendant des travaux de détail, mais il est certain que la distinction entre les deux formations est aussi claire et absolue que dans la Catalogne et les Basses-Pyrénées.

Sur le versant français, les observations de MM. Crouzet et de Freycinet et les cartes du capitaine Gorceix ont suffisamment éclairci le danger des premières impressions. Ces travaux sérieux ont heureusement empêché de rechercher la houille sous du soi-disant Trias. On aurait pu entreprendre des sondages dans des marnes gypseuses du Tertiaire où la sonde a déjà pénétré jusqu'à 1200 mètres sans rencontrer autre chose. Si le terrain était triasique, on pourrait sonder avec confiance dans tout le bassin de l'Ebre, au-dessous des nombreux affleurements du terrain saliférien qui ne sont pas encore indiqués sur les cartes. On pourrait, *dans ce cas*, avoir le ferme espoir de rencontrer les quatorze mètres de bonne houille qui, à San Juan de las Abadesas, plongent sous le Trias. Mais entre cette mine et Cardona on voit que la formation salifère est séparée de la houille par plus de mille mètres de terrains régulièrement intercalés et encore par plusieurs surfaces de discordance. C'est pourquoi les ingénieurs, depuis Dufrénoy jusqu'à M. Tos y Codina, ont toujours adopté l'opinion à laquelle je souscris et que j'ai trouvé vérifiée par tous les faits observés depuis que j'ai dû prendre part à l'installation des salines de Dax et à l'étude des sondages de Bayonne.

Séance du 21 Novembre 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT
PUIS DE M. E. DE MARGERIE, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **C. Châtelet**, 4, petite Pusterie, à Avignon, présenté par MM. Cazlot et Dollfus ;
le Dr **Delineau**, Président de la Société de Recherches du Midi, 20, boulevard Richard-Lenoir, à Paris, présenté par MM. Fabre et P. Gauthier ;
J. Mallet, Ingénieur à Saint-Etienne (Loire), présenté par MM. Fabre et P. Gauthier ;
L. Lefèvre, Pharmacien, à Lignières-Châtelain (Somme), présenté par MM. Vaquez et Bergeron.

Le Président a le grand plaisir d'annoncer à la Société que M. **Ch. Depéret** a été élu Membre Correspondant de l'Institut ; il est sûr que tous les géologues approuveront ce choix. Il est très heureux que les circonstances lui permettent de féliciter M. Depéret au nom de la Société, comme au sien.

M. Blayac offre à la Société, de la part de M. **Ficheur** : 1° un tirage à part des *deux fascicules* de la *Réunion extraordinaire de la Société géologique en Algérie*; 2° une note présentée à l'Académie des Sciences, *Sur les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine*. Il signale dans les *Annales de géographie* (numéro de novembre 1898) : *Problèmes de l'histoire des vallées*, par M. **de Martonne** ; *Le Morvan et ses attaches avec le Massif central*, par M. **Michel-Lévy** ; *Sur les travaux des Russes dans l'Asie septentrionale*, par M. **Raveneau** ; *Le régime glaciaire au Groënland* d'après l'ouvrage récent de von Drygalski, par M. **Zimmermann**.

M. **de Rouville** adresse la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de faire hommage à la Société géologique de France d'un essai de vulgarisation des notions générales de Géologie, sous le titre de : *Leçon familière d'anatomie du globe terrestre*; je la présente sous la forme de deux entretiens : le premier intitulé : « Descente dans un puits » ; le second : « Une excursion dans les environs de Ganges (Hérault); j'ai, dans le même esprit de vulgarisation, essayé quelques pas dans le champ de la tectonique, en relevant, dans un appendice, sur les traces de MM. de Margerie et Heim, les principaux accidents tectoniques de l'écorce terrestre.

» Enfin, applaudissant avec tous mes confrères, à la réintégration des connaissances géologiques dans les programmes de l'enseignement secondaire, j'ai tracé en quelques pages l'historique de cette heureuse réhabilitation universitaire, en réclamant pour la lettre que j'eus l'honneur d'adresser à la Société géologique, le 19 novembre 1894, le rôle modeste, mais déterminant, de la goutte d'eau qui a fait verser la coupe, déjà pleine, des revendications ».

M. **Ramond** dépose sur le bureau une notice qu'il a publiée dans le Bulletin de l'A. F. A. S. : *Etude de géologie sur le Bassin de Paris; aqueduc-égout d'Achères et prolongements; terrains d'épandages.*

M. **Fliche** adresse une brochure intitulée : *Les Naturalisations forestières en France et la Paléontologie.*

M. **G. Dollfus** a l'honneur d'offrir à la Société géologique *une note* qu'il a publiée dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes* (1er août 1898) et qui renferme la suite d'une controverse qu'il poursuit contre M. Jukes-Browne sur *la limite inférieure du Cénomanien.* On trouvera dans cet opuscule un article de notre confrère britannique dans lequel ses arguments sont pleinement exposés. Comme réponse, M. Dollfus a examiné quelle valeur il fallait donner, en général, à la stratigraphie, dans la classification. Il est certain que l'argument paléontologique doit occuper la première place, mais lorsqu'il s'agit d'une succession de zones fossilifères entre lesquelles il est difficile de prendre une décision, dont le groupement n'est pas évident, alors le moment est opportun pour faire apparaître le point de vue stratigraphique; les phénomènes de discordance, les grandes variations dans l'extension des mers peuvent devenir un argument important dans la classification.

M. **Stuart-Menteath** envoie pour la bibliothèque de la Société le *Mining Journal* de Londres du 5 courant et la *Revista Minera* de Madrid du 16 courant, dans lesquels il a traité les applications de la géologie en Catalogne, les Basses-Pyrénées et l'Algérie.

M. **Peron** offre à la Société deux brochures : 1° *Une excursion géologique dans les Vosges ;* 2° *Une question de géographie rétrospective à propos d'une récente trouvaille paléontologique.*

M. **Gosselet** fait une conférence sur l'*Alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France.*

Après avoir exposé l'intérêt du sujet au point de vue de la géologie appliquée, il constate que cette alimentation se fait soit par la captation de sources, soit par des forages.

A. *Sources.* — Presque toutes les sources de la région du Nord sortent de la craie. Les nappes aquifères qui les produisent sont :

1° Celle de Marlette ou marnes à *Terebratulina gracilis* : eaux de Valenciennes, de Landrecies, etc.

2° Celle du Tun ou craie phosphatée à *Micraster breviporus* : eau des anciens puits de Lille.

3° Celle de la craie blanche supérieure au tun : eaux de Lille à Emmerin, de Cambrai à Proville.

4° Celle de la surface fendillée de la craie quel que soit son âge : eaux de Douai à Flers, de Roubaix-Tourcoing à Pecquencourt, de Laon, etc.

Les sources présentent l'inconvénient de pouvoir être polluées par les eaux superficielles.

B. *Puits et forages.* — Les eaux de Roubaix-Tourcoing rentrent dans cette catégorie, mais c'est surtout en Flandre que l'on s'est servi des forages en allant chercher l'eau sous l'argile des Flandres. Il y a trois nappes successives :

1° Nappe des sables verts landeniens ; elle est peu utilisée.

2° Nappe des dièves, c'est-à-dire retenue par les dièves (Armentières, Bailleul, Merville).

3° Nappe du calcaire carbonifère (Roubaix-Tourcoing, Lille).

L'alimentation par forages présente deux inconvénients : d'abord le résultat des forages est toujours aléatoire ; ensuite ces eaux sont souvent alcalines ; elles contiennent une certaine quantité de soude à l'état de chlorure ou de sulfate.

Le Président rappelle les titres de M. Gosselet à inaugurer les Conférences sur l'application de la Géologie. Ce soir, M. Gosselet a

montré une fois de plus les relations qui existent entre la théorie et la pratique et comment l'une doit toujours guider l'autre. M. Bergeron remercie M. Gosselet d'avoir bien voulu prendre le premier la parole et servir ainsi de guide pour les conférences à venir.

M. de Margerie remplace M. Bergeron au fauteuil présidentiel.

MM. **Bergeron, Carez** et **Depéret** donnent un résumé des observations qui ont été faites pendant l'excursion extraordinaire à Barcelone (1).

M. **Bergeron**, après avoir indiqué la distribution des terrains secondaires et tertiaires autour et à l'intérieur du massif ancien, étudie les assises paléozoïques des environs de Barcelone. Il énumère leur succession et montre la similitude qui existe, au point de vue du faciès, entre les séries du massif catalan et celui de la Montagne Noire. L'allure des couches y est la même et semble due à des poussées qui, pour les deux régions, se sont produites suivant la même direction. La formation des plis est antérieure au Trias et correspond aux ridements hercyniens. M. Bergeron signale une analogie de plus entre la Montagne Noire et le massif catalan, dans l'effondrement de la partie médiane des deux régions ; mais dans le Languedoc, cet effondrement s'est produit au début de l'Eogène, tandis qu'en Catalogne il a eu lieu au début du Néogène. D'autres analogies s'observent également dans les terrains secondaires et tertiaires.

M. **L. Carez** rend compte des résultats principaux de la Réunion extraordinaire à Barcelone, en ce qui concerne les terrains secondaires.

Il signale la découverte de Cératites faite par les géologues espagnols, dans les calcaires de la gare d'Olesa. Cette découverte classe d'une façon définitive dans le Trias, des couches qui avaient été rapportées, il est vrai, à ce terrain, mais sans preuves décisives. Le Trias de ce point, comme celui de Vallirana et de Brugnès, présente la série ordinaire : 1° grès rouge à la base; 2° calcaire à Cératites ; 3° marnes rouges et vertes avec gypse.

Dans le massif compris entre le bas Llobregat, Villanueva et Villafranca, on remarque trois groupes de roches :

(1) Ces communications seront développées dans le fascicule de la Réunion extraordinaire de Barcelone.

1° Des calcaires compacts jaunâtres en petits bancs.

2° Une dolomie noirâtre.

3° Un calcaire gris-clair avec *Orbitolines* et *Requienies*.

Les savants espagnols étaient fort embarrassés pour classer ces diverses assises, dont la troisième seulement est fossilifère, mais les géologues qui s'occupent du Midi de la France, ont reconnu par analogie avec ce qui existe dans notre pays, que le N° 1 se rapporte au Lias, le N° 2 au Jurassique moyen (ou supérieur?) et le N° 3 au Crétacé inférieur (Urgonien).

Un fait important à noter est l'intercalation dans les dolomies, vers le sommet, de calcaires à *Paludestrines*, indiquant l'existence d'un niveau lacustre à la partie moyenne ou supérieure du Jurassique.

Auprès de Castelvi, la Société a pu constater que les *Horiopleura* se trouvent au-dessus des *Requienia* dans une couche qui renferme en même temps des fossiles aptiens abondants. Ce fait vient confirmer l'âge que M. Carez attribue aux couches à *Horiopleura* des Pyrénées.

La visite aux belles mines de sel de Cardona n'a pas donné de résultats définitifs. Tandis que les uns pensent que le sel est triasique, les autres affirment qu'il ne peut être séparé des couches oligocènes qui l'entourent. M. Carez penche vers la première opinion. Enfin, M. Carez dit que les poudingues éocènes ou oligocènes du Mont Serrat proviennent bien de la côte, comme le croit M. l'abbé Almera, et non pas des Pyrénées.

Il termine en exprimant le regret que cette belle excursion n'ait pas été suivie par un plus grand nombre de géologues; elle aura néanmoins une influence considérable sur les progrès de la géologie, non-seulement en Catalogne, mais aussi dans le Midi de la France.

M. **G. Dollfus** pense que le sel de Cardona est intimement lié au gypse, grès et marnes qui le surmontent. Il pense que ce sel est tertiaire, probablement d'âge oligocène inférieur, pouvant se placer au niveau même du gypse de Montmartre. Il se rallie ainsi à l'opinion des géologues espagnols, MM. Almera, Vidal, Bofill, qui est aussi l'opinion de M. Stuart-Menteath.

OBSERVATIONS A PROPOS DE LA DISCUSSION SUR L'ALTITUDE PRIMITIVE DES ALPES DAUPHINOISES (1)

par M. F. ARNAUD.

Je n'ai parlé que fort incidemment de la Durance pontienne, mais il me paraît indéniable que depuis le début du pliocène la Durance a coulé dans la vallée Briançon-Mont Dauphin-Embrun, etc.

Lorsque dans une plaine on trouve une butte isolée de cailloutis, respectée par les érosions, comme un témoin de l'ancienne nappe de cailloutis, on peut se demander de quel point de l'horizon venait le cours d'eau qui les chariait ; mais, en montagne, la même hésitation n'est pas permise. Dans la plaine, entre le Poët et Sisteron, où deux vallées aboutissent, le choix n'est permis qu'entre ces deux vallées.

A la Freyssinouse, une grande vallée était déjà creusée de plusieurs centaines de mètres, lorsque la Durance déposait sur ses flancs le lit fossile qui nous occupe ; c'était la continuation de la vallée Briançon-Embrun-Gap, roulant des variolites ; ce cours d'eau les prenait évidemment au Mont-Genèvre, le seul point où elles existaient. Déplacerait-on sa source de quelques kilomètres à l'est de la source de la Durance actuelle, ses eaux passaient au Mont-Genèvre et tombaient fatalement dans la vallée actuelle où elles coulaient à une plus grande hauteur.

J'ai admis en principe, avec la plupart des géologues, que, pendant l'époque pliocène, et depuis, aucun mouvement orogénique n'avait eu lieu dans les Alpes dauphinoises et je n'ai pas tenu compte de l'hypothèse, plausible, c'est vrai, mais non encore étayée de preuves, d'un affaissement lent de la portion intra-alpine du bassin de la Durance. Dans ces conditions, l'établissement d'un profil en long de la Durance pliocène supérieur, basé sur des faits précis, relevés sur le terrain, sur une longue étendue de son parcours, m'a paru entouré de garanties scientifiques suffisantes pour être présenté à la Société géologique de France et pour être admis par elle.

(1) Voir *B. S. G. F.*, t. XXVI, p. 396 (*observations de M. Kilian*).

SUR LES DÉPOTS NILOTIQUES

par M. R. FOURTAU.

Je n'ai pas l'intention de revenir, dans cette simple note, sur tout ce qui a été dit au sujet du Nil et du comblement par ce fleuve du bras de mer qui, à la fin de l'époque pleistocène, occupait l'espace compris d'Assouan à la Méditerranée actuelle, et sur la formation de la vallée d'Egypte proprement dite et du Delta. Ce serait là matière à plusieurs volumes ; mon intention est d'établir quelques points essentiels qui ont été généralement laissés de côté par les auteurs qui ont traité ce sujet avant moi et de rectifier plusieurs de leurs assertions.

Jusqu'en ces derniers temps, on s'était contenté d'observations superficielles, et les quelques sondages faits dans les couches nilotiques, tels que ceux de Horner et de Hekekian bey, avaient eu principalement pour but des fouilles archéologiques, ou bien comme ceux de Gérard et Rozières au commencement du siècle, s'étaient arrêtés à la première nappe d'eau faute d'appareils de sondages. D'autre part, certains auteurs, avec des idées préconçues, ont bâti des systèmes très ingénieux mais ne reposant sur rien de réel, tandis que d'autres, sur la foi de renseignements inexacts ou mal interprétés, ont dit des choses erronées. Il résulte de là une certaine confusion où l'on a peu de chances de se reconnaître, surtout si l'on n'a pas une connaissance exacte des lieux.

Depuis dix ans, les nécessités du trafic ont obligé l'administration des Chemins de fer égyptiens à étendre considérablement son réseau et à construire de grands ponts sur le Nil, soit dans la Haute-Egypte, soit dans le Delta. Le fonçage des piles à l'air comprimé m'a permis, avec le bienveillant concours de mes collègues chargés de la surveillance des travaux, de recueillir une série de coupes géologiques du lit actuel du Nil, tandis que quelques essais d'alimentation des gares par puits forés m'ont donné des renseignements inédits qui, avec ceux recueillis depuis 1882 soit par les officiers du génie royal anglais, soit par les ingénieurs du ministère des Travaux publics, m'ont permis d'étudier l'allure des couches nilotiques avec une précision qui a fait défaut à mes prédécesseurs.

Je vais donc m'efforcer de donner le plus clairement possible les résultats de tous ces fonçages et forages, après quoi j'essaierai d'en tirer les conclusions qui me paraissent en découler.

La coupe la plus méridionale du lit du Nil que je possède est celle prise sur l'axe du pont du chemin de fer à Nag-abou-Hamadi, à 600 kilomètres au sud du Caire. Le fonçage des piles à permis d'établir la coupe ci-dessous.

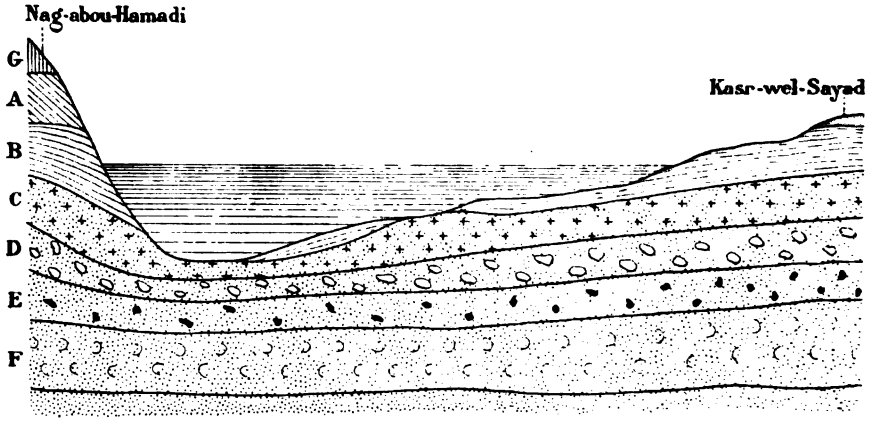


Fig. 1. — Coupe du lit du Nil au pont de Nag-abou-Hamadi.

A, argile compacte ; B, argile sableuse ; C, sables argileux ; D, graviers gros ; E, graviers fins ; F, sables jaunâtres ; G, terre végétale.

Comme on le voit, le lit du Nil en cet endroit est complètement formé de sables et de graviers, surmontés de sables argileux. Le gravier est formé de quartzites roulés, mêlés à des fragments de syénite, de diorite, de diabase et d'épidote. La caractéristique générale des sables qui servent de lit à ces fragments est une grande quantité de paillettes noires de mica et surtout de hornblende, produits directs de l'érosion lente des bancs de syénite et de diorite qui forment le seuil des cataractes et prouvent que ce sont là des dépôts nilotiques mêlés aux galets roulés des torrents descendant des grands Ouadys qui sillonnent depuis Assouan la chaîne arabique.

La deuxième coupe du lit du Nil a été faite au Caire même sur l'axe du pont d'Embabeh, construit en 1892.

Cette coupe ne se distingue de la précédente que par la diminution des graviers et l'apparition au plafond du fleuve d'une couche

plus argileuse que celle qui recouvrait ce même plafond à Nagabou-Hamadi. Cela provient de l'influence du barrage de la tête du Delta qui, en arrêtant le cours du Nil pendant six mois de l'année, en modifie la pente et par conséquent la vitesse et permet aux troubles limoneux plus légers de se déposer dans le lit du fleuve même.

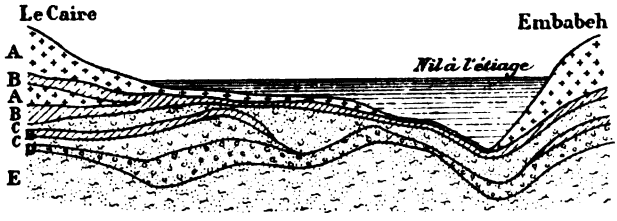


Fig. 2. — Coupe du Nil au pont d'Embabeh.

A, argile sableuse ; B, sables argileux ; C, sables à hornblende ; D, graviers ; F, sables grossiers.

On remarquera aussi l'allure tourmentée des couches supérieures et surtout de la couche C. Ceci provient d'un changement de chenal accompli durant la dernière moitié de ce siècle. Au commencement du siècle, en effet, le Nil, partagé en deux par le Ghézireh Boulaq, plus connu maintenant sous le nom seul de Ghézireh, coulait du côté de Ghizeh et d'Embabeh et la branche secondaire, qui séparait l'île du faubourg de Boulaq qui lui a donné son nom, était presque à sec à l'étiage. En aval, la branche de Ghizeh se heurtant aux berges à pic de la rive gauche s'infléchissait vers l'est, et le chenal, à l'axe du pont, était situé au milieu du fleuve. Mais, en 1856, la nécessité de pourvoir d'eau douce l'isthme de Suez, fit creuser un canal dont la prise était en amont de Boulaq, en face du tiers sud de l'île et sur la branche secondaire. Les eaux retenues par le barrage de la tête du Delta se précipitèrent dans la nouvelle issue qui leur était ouverte et un nouveau chenal se creusa dans la branche secondaire qui devint la branche principale, tandis que l'ancienne branche principale, abandonnée aux remous causés par de forts éperons en moellons destinés à dévier le courant, se colmata si rapidement, qu'il n'y reste plus aujourd'hui que $0^{m}50$ d'eau à l'étiage, alors que le chenal primitif avait huit mètres de profondeur. Le courant ainsi attiré se lança sur la rive droite avec une telle violence, qu'il fallut recourir aux protections d'un quai et d'une digue maçonnée qui ont rejeté le courant à l'aval contre la rive gauche à Embabeh.

Dans le Delta, nous avons trois coupes du lit du Nil, deux sur la branche de Damiette, aux ponts de Benha et de Talkha, et une sur la branche de Rosette, au pont de Dessouk.

La coupe ci-dessous représente le lit du Nil à l'axe du nouveau pont du chemin de fer à Benha.

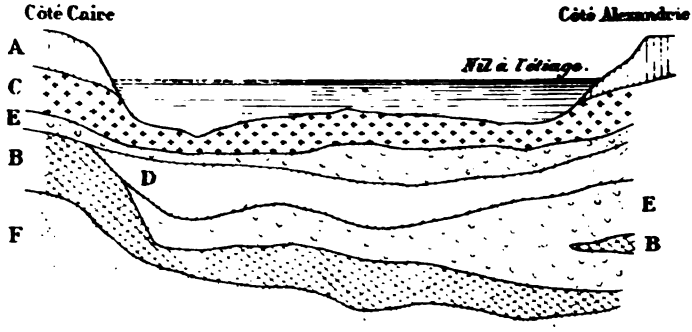


Fig. 3. — Coupe du lit du Nil au nouveau pont de Benha.

A, terre végétale ; B, argile compacte ; C, argile sableuse ; D, sables argileux ; E, sables à hornblende ; F, sables pléistocènes (sahariens).

L'intérêt de cette coupe est l'apparition, à la base des dépôts nilotiques, d'une couche d'argile compacte qui les sépare de leur substratum dans tout le Delta, les sables pléistocènes, comme le montrent les deux coupes suivantes.

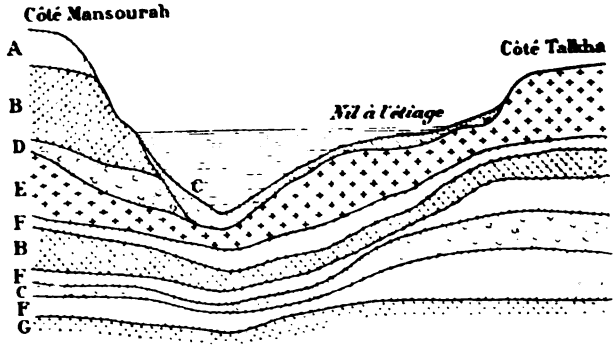


Fig. 4. — Coupe du Nil dans l'axe du pont de Talkha.

A, terre végétale ; B, argile compacte ; C, gravier ; D, sables à hornblende ; E, argile sableuse ; F, sables argileux ; G, sables pléistocènes (sahariens).

La seule particularité à indiquer dans cette coupe est, en outre de la grande imprégnation d'argile des sables pléistocènes, la présence du banc de gravier D au-dessus des argiles sableuses. Cette présence est très bien expliquée par ce fait que ce pont a été établi à la tête des anciennes branches Phtamétique et Mendésienne dont la première subsiste seule aujourd'hui, tandis qu'on retrouve les traces de la seconde dans le Bahr Seghir, dont la prise est à 500 mètres à peine en aval du pont ; il y avait donc là une île de sable dont le banc de gravier est le dernier vestige.

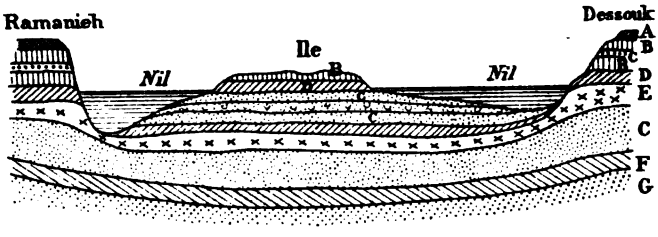


Fig. 5. — Coupe du Nil dans l'axe du pont de Dessouk.

A, terrain rapporté : B, terre végétale ; C, sables à hornblende ; D, argile, vase de rivière : E, argile sableuse ; F, argile très compacte ; G, sables pléistocènes (sahariens).

Cette coupe, l'unique que nous possédions pour la branche de Rosette, a été établie sur l'axe du pont de Dessouk, à un kilomètre environ en aval du point de diramation des anciennes branches Canopique et Bolbitine, dont la dernière seule subsiste. Le seul intérêt qu'elle présente est la coupe d'une des nombreuses îles du Nil.

Les sondages et les forages pour la recherche des eaux souterraines ne sont pas non plus dépourvues d'intérêt. Dans un travail publié dans le Bulletin de l'Institut Egyptien (1), j'ai donné les détails des forages exécutés jusqu'en 1896 ; depuis j'ai eu l'occasion d'en faire opérer de nouveaux, je dois donc résumer les résultats obtenus.

En 1883, le major R. H. Williams, du Royal Engineers, a obtenu à Kafr Neguid :

(1) Cf. Fourtau. Les puits artésiens et les puits forés en Egypte. *Bull. Instit. Egyptien*, 1896.

Terre végétale	1.00
Argile sableuse	2.30
Sable	2.40
Gravier	2.10
Sables	8.70
Argile sableuse	1.50
Argile compacte	4.50
Sables	....
Total	21.50

Dans la même année, à Tantah, le même ingénieur a trouvé :

Terre végétale	1.20
Argile sableuse	1.20
Argile compacte	4.30
Sables argileux	2.60
Sables à hornblende	7.50
Gravier	0.60
Argile compacte	4.50
Sables argileux	....
Total	21.90

En 1886, le lieutenant J. Mac Pherson, du Royal Engineers, obtenait à Zagazig :

Terre végétale	2.00
Argile compacte	4.00
Sables argileux	6.50
Sables et graviers intercalés	10.00
Argile compacte	6.00
Argile sableuse	5.00
Sables	12.00
Argile	0.60
Sables	11.10
Total	55.20

En 1895, les concessionnaires de la fourniture d'eau pour la ville de Tantah firent forer un puits qui donna approximativement les mêmes résultats que celui du major Williams, quoique la coupe donnée par l'ingénieur de la Société concessionnaire soit par trop schématique. La seule chose à signaler est que le sondage, poussé à 44 mètres, n'a donné que des sables à partir de 22 mètres, point où s'était arrêté le major Williams.

En 1896, M. Carmier, ingénieur de la maison Nouguier et Kessler, d'Argenteuil, qui construisait le pont de Dessouk, a foncé à Rahmanieh un tube destiné à fournir d'eau potable la ferme de Yacoub

Artin pacha, président de l'Institut Egyptien. Les résultats suivants furent communiqués par M. Carmier (1).

Argile	10.00
Argile sableuse	3.00
Sables argileux	2.00
Sables	17.00
Argile	6.00
Sables	15.00
Argile	11.00
Sables	1.00
Total	65.00

A la fin de cette même année 1896, je fis moi-même un forage dans le Delta, à Mehallet Roh. J'ai obtenu :

Terre végétale	0.90
Argile sableuse	1.50
Argile compacte	6.60
Argile sableuse	1.20
Sables argileux	1.50
Sables à hornblende	4.50
Gravier	1.20
Argile sableuse	2.60
Argile compacte avec débris de calcaire	2.00
Sables argileux	8.00
Graviers	5.00
Sables pleistocènes (sahariens)	5.00
Total	40.00

En 1897, trois autres forages opérés par moi m'ont donné :
1° A Zagazig :

Argile et terre végétale	2.00
Sables argileux	3.00
Gravier	2.00
Sables	4.00
Argile compacte	2.00
Argile sableuse	2.00
Sables argileux	2.00
Sables fins	8.00
Gravier	3.00
Sables fins	6.00
Gravier	1.00
Total	35.00

(1) Cf. Carmier. Rapport à S. E. Yacoub Artin pacha sur le fonçage d'un puits tubulaire dans sa propriété de Rahmanieh. *Bull. Inst. Egypt.*, 1896.

2° A El Hamra, dans la région des lacs du cordon littoral, entre les deux branches du Delta :

Terre végétale	1.50
Argile compacte	8.00
Sables argileux	2.00
Sables à hornblende	12.00
Argile sableuse	2.50
Argile compacte	3.00
Sables	3.00
Argile compacte	3.50
Sables sahariens	2.00
Total	37.50

3° A Calioub, sous le parallèle de la pointe du Delta actuel :

Terre végétale	2.00
Argile compacte	9.50
Argile sableuse	1.00
Sables argileux	1.50
Sables à hornblende	6.00
Graviers	4.00
Sables argileux	4.20
Argile compacte	0.30
Sables argileux	3.50
Graviers	4.00
Sables pléistocènes	2.00
Graviers	3.00
Sables gros	3.00
Sables fins	3.00
Total	47.00

Toutes ces coupes et forages dans le Delta concordent en un point, c'est qu'ils nous montrent à la base des dépôts nilotiques une couche d'argile plus ou moins épaisse et, au-dessous, les sables pléistocènes (sahariens) qui apparaissent à la surface des déserts libyques et arabiques. L'épaisseur totale des couches nilotiques dans le Delta peut donc être évaluée de 25 à 30 mètres en moyenne. Cette épaisseur est à peu près constante du Caire aux lacs du Delta, et ce n'est qu'à El Hamra que le dépôt paraît avoir 35^{m} de puissance. Nous pouvons donc nous faire une idée du golfe pléistocène que le Nil a comblé. C'était une plage en pente très douce absolument semblable à celle qui s'étend sur les côtes de la Tunisie à Sfax, et parsemée de quelques îlots de sable, dont quelques-uns pointent encore à travers les couches nilotiques et sont de plus en plus réduits par l'exhaussement séculaire du sol.

Une coupe en travers de la vallée du Nil, sous le parallèle de l'Ouady Rayan, au sud du Fayoum et à 75 kil. au sud de l'ancien emplacement de Memphis, faite par M. W. Willcocks (1), directeur des études des Réservoirs, nous montre encore cette couche sableuse sous les alluvions nilotiques d'abord, puis remontant à la surface, à la lisière du désert libyque, pour recouvrir le plateau qui sépare l'Ouady Rayan de la vallée du Nil.

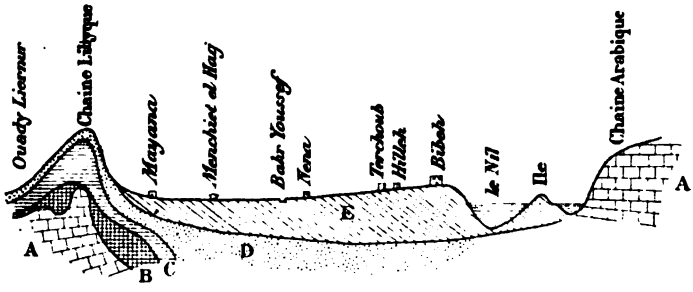


Fig. 6. — Coupe de la vallée du Nil sur l'axe du canal d'amenée d'eau projeté au Ouady Rayan.

A, calcaires lutétiens; B, argile plastique; C, marnes salifères; D, sables pléistocènes (sahariens); E, dépôts nilotiques.

Il ne peut donc plus être question ici de la coupe idéale imaginée par Figari bey dans les cartes géologiques d'Egypte exposées en 1867 à l'Exposition universelle de Paris et jointes à son ouvrage sur l'Egypte (2) et qui fut ensuite admise par nos confrères MM. L. Lartet (3) et Cazalis de Fondouce (4) et tout récemment encore par M. J. de Morgan (5). Nulle part on ne trouve dans la vallée du Nil cet agrégat miocène ou pliocène qui devait, d'après Figari, en former le substratum, pas plus qu'on n'a trouvé dans le Delta les noyaux rocheux qui, au dire de Dolomieu (6), devaient avoir servi à fixer les dépôts nilotiques et dont la recherche a occasionné les

(1) Cf. W. Willcocks. Rapport sur l'irrigation pérenne et la protection contre l'inondation en Egypte. Le Caire. Imprimerie nationale, 1896.

(2) Cf. Figari bey. Studii di storia naturale sull Egitto et sue adjacenze. Lucca, 1867.

(3) Cf. L. Lartet. Géologie de la Palestine. *Ann. des Sc. nat.*, 1869.

(4) Cf. Cazalis de Fondouce. Etude géologique de l'Egypte et du canal de Suez. 1870.

(5) Cf. De Morgan. Les origines de l'Egypte. Paris, Leroux, éd., 1896.

(6) Cf. Dolomieu. *Journal de physique*, tome XLII, janvier 1893.

sondages opérés dans le Delta par les soldats du génie royal anglais sur la demande de la Société géologique de Londres.

Cependant cet agrégat existe sous les dépôts nilotiques, mais c'est dans le Fayoum, cet annexe de la vallée du Nil qui en diffère tant par ses conditions géologiques.

Ainsi donc, partout, à des profondeurs qui ne dépassent pas 30 mètres en moyenne au-dessous du sol actuel, nous retrouvons le même substratum, une couche épaisse de sables ferrugineux jaunâtres, entremêlés de bancs de graviers composés de quartzites, de fragments de diabase, d'épidote, enfin des débris de toutes les roches plutoniques qui forment l'axe cristallin de la chaîne arabique et souvent même de roches plus récentes, silex du Crétacé ou de l'Eocène inférieur de la Haute-Egypte. A Calioub, j'ai même trouvé des fragments des quartzites pléistocènes du Gebel Ahmar, distant de 18 kilomètres au sud ; à Khatatbeh, j'ai recueilli au milieu des débris de roches cités plus haut des fragments roulés d'une brèche polygénique (griotte) qui ne se trouve que dans la Haute-Egypte, dans l'Ouady Syout et au Gebel Taref, en face Nag-abou-Hamadi, soit à une distance de plus de 600 kilomètres du point où j'ai fait ma récolte.

Je ne parlerai ici que pour mémoire des fragments de bois silicifiés (*Nicolia Ægyptiaca* Unger, *Araucarioxylon*, *Palmoxylon*, etc.) que l'on trouve roulés en quantité dans ces sables.

Les cailloux roulés diminuent généralement de grosseur à mesure qu'on approche de la mer. A Nag-abou-Hamadi, on a retiré de véritables galets de 0^m25 à 0^m10 ; à Embabeh, ils avaient encore de 0^m04 à 0^m06; à Mehallet Roh, le sondage n'a ramené que des cailloux de 0^m01 à 0^m02 de diamètre.

La couche d'argile qui forme la base des dépôts nilotiques est très compacte et sa traversée à la tarière est très pénible. Pour une section de tube de 0^m10 de diamètre, il m'est arrivé de voir tordre et transformer en véritables tire-bouchons des tiges carrées de fer doux de Suède de 0^m03 de côté, et ces appareils, qui ne demandent en général que deux hommes pour la manœuvre, devaient être manœuvrés par six et huit ouvriers pour obtenir un avancement de 0^m50 par jour. Cette argile a une structure schisteuse qui démontre qu'elle a été soumise à une forte compression. Elle renferme parfois des débris de roches. A Mehallet Roh, j'y ai trouvé des débris de calcaires éocènes provenant évidemment du Mokattam, situé à 107 kil. plus au sud.

Cette argile est évidemment le premier dépôt nilotique : nous en

avons la preuve dans les dépôts actuels du port d'Alexandrie, où les apports de l'ancien canal d'Alexandrie, creusé par les Ptolémées et entretenu tant bien que mal par les Arabes, et surtout ceux du nouveau canal Mahmoudieh, ont garni la cuvette entourée de rochers, qui forme le port, d'une épaisse couche de vase ténue qui ne peut supporter une charge de plus de $0^{k}400$ par centimètre carré. Or, les couches supérieures à l'argile compacte de la base du sol nilotique, représentent un poids approximatif de 4 kilos 500 par centimètre carré, ce qui explique la compression subie par ce premier dépôt et la transformation de la vase argileuse en argile compacte et schisteuse.

Les sables qui surmontent cette argile sont d'un gris noirâtre, grâce à la présence de nombreuses paillettes de mica noir et de hornblende : on y voit aussi de nombreux grains de quartz et d'orthose, preuve évidente de leur origine nilotique par l'érosion des barres granitiques des cataractes. Les graviers qui s'y trouvent sont beaucoup plus petits que ceux des sables inférieurs et dépassent rarement $0^{m}01$ dans leur plus grande largeur.

Quant à l'argile qui les surmonte, c'est le limon actuel du Nil, connu par tant d'analyses, qu'il est inutile que j'en parle. La chose la plus difficile à déterminer est la limite exacte des sables et des argiles; à trois ou quatre mètres de distance les couches nilotiques changent absolument d'aspect, mais l'observateur qui suit la marche de la sonde à travers le terrain, voit la transformation lente de l'argile au sable en passant par l'argile sableuse et les sables argileux et réciproquement, suivant que l'on va de l'argile au sable ou du sable à l'argile. De là les légères différences dans les divers sondages que j'ai cités plus haut. On peut cependant généralement admettre pour une épaisseur de 25^{m} de dépôts les hauteurs suivantes : terre végétale et limon, 10^{m}; sables plus ou moins argileux, 12^{m}; argile compacte 3^{m}.

En ce qui concerne l'exhaussement actuel du sol, il se fait d'une façon absolument irrégulière, étant donné le mode de réglementation des eaux rouges et de culture actuel ; certains bassins d'irrigation de la Haute et de la Moyenne-Egypte ne recevant que de l'eau déjà décantée dans un bassin précédent, et l'eau distribuée n'ayant pas la même hauteur dans tous les bassins, il s'ensuit que le cube déposé n'est point proportionnellement le même pour la surface irriguée. En outre, certains bassins reçoivent leurs eaux après un long trajet dans des canaux dont la pente est plus faible que celle du Nil, $0^{m}04$ par kilomètre au lieu de $0^{m}07$; il s'ensuit donc une

réduction de vitesse qui permet aux éléments grossiers du limon de se déposer dans le lit du canal au lieu de se répandre sur les terrains.

Dans le Delta, la culture pérenne a succédé à la culture par bassins. De ce fait, il n'y a plus que les mauvaises terres qui reçoivent quelques eaux rouges destinées aux lavages et au colmatage; quant aux autres terrains, ils ne reçoivent que la quantité d'eau nécessaire à la culture, d'où suppression à peu près complète du dépôt d'eau rouge. Il en résulte un apport plus grand vers la mer. En Egypte, la surface cultivée est de 730.000 hectares pour les bassins d'inondation et de 1.754.000 hectares pour la culture pérenne, desquels 1.400.000 représentent les terres cultivées du Delta.

Des calculs de M. Willcocks (1), il appert que, sur la quantité de matières en suspension dans le Nil au Caire, il y a 36.600.000 mètres cubes jetés par an à la mer et nous pouvons estimer aux deux tiers, soit à 24.400.000 de mètres cubes la quantité de limon qui aurait pu être, chaque année, déposée par les eaux sur le sol du Delta, si, à la culture par bassins, on n'avait pas substitué la culture pérenne. Il s'ensuit donc que, par suite du travail de l'homme, le sol nilotique perd aujourd'hui une grande quantité du limon qu'il recevait jadis et que l'exhaussement séculaire sera presque nul pour le Delta et tendra à diminuer d'année en année dans la Haute et la Moyenne-Egypte par suite de l'extension croissante de la culture pérenne dans ces régions.

Ces matières entraînées à la mer constituent-elles des apports profitables aux cordons littoraux actuels ?

Non. A part les deux embouchures du Nil à Rosette et à Damiette, aucun avancement n'a eu lieu sur la mer depuis les temps historiques. Et cependant, il n'y a qu'à consulter une carte marine pour se convaincre de la pente douce sur laquelle les apports actuels pourraient venir renforcer les cordons littoraux.

Et ce n'est pas à l'affaissement du Delta, comme semble le croire M. Çazalis de Fondouce (2) qu'il faut attribuer ce fait que le Nil n'avance plus sur la mer à l'instar du Pô, ni même à l'état de maturité dont parle M. de Lapparent (3). La cause est autrement importante et a existé de tout temps. Cette cause est le courant marin venant de la Tripolitaine qui longe les côtes du Delta de l'ouest à

(1) Cf. W. Willcocks, *loc. cit.*
(2) Cf. Cazalis de Fondouce, *loc. cit.*
(3) Cf. de Lapparent. Eléments de géographie physique.

l'est et vient finir dans le golfe de Péluse, entre le lac Sirbon (Sebkah el Berdaouil des Bédouins) et les côtes de la Palestine (1).

Il saute aux yeux, en effet, que dans ce cul-de-sac de la Méditerranée, la siccité de l'air due au climat désertique des contrées environnantes doit occasionner une évaporation plus grande des eaux de la mer, évaporation qui n'est compensée par l'apport d'aucun cours d'eau sérieux. On ne peut compter comme tel l'Ouady el Arisch (le *Torrens Egypti* de la Bible) où seules les pluies hivernales s'écoulent et les maigres ruisseaux qui descendent des chaînes côtières de la Palestine ayant un débit insignifiant. Il se produit donc vers l'est un appel suffisant pour déterminer un courant d'une certaine force. Or, avant d'arriver au commencement ouest du Delta, ce courant, longeant les côtes de la Cyrénaïque et de la Marmarique, vient se heurter, au fond du golfe des Arabes, à la côte rocheuse du Mariout qui fait, avec la précédente, un angle de 45° environ et redresse vers le nord-est le courant qui marchait vers l'est, lui servant de directrice sur une longueur de 120 kilomètres environ du phare de El Lamayed au cap d'Aboukir.

Le courant ainsi redressé et entraîné par sa vitesse continue à suivre sa nouvelle direction pendant encore 100 kilomètres à peu près, jusqu'à la hauteur du Ras Boroullos, entre les bouches de Rosette et de Damiette, puis s'infléchit au sud-est vers le golfe de Péluse, formant ainsi une parabole qui passe par les deux points extrêmes des branches de Rosette et de Damiette et entraîne leurs apports vers la côte de Péluse à Gazzah (2).

La carte ci-dessous donne une idée de cet état de choses, tout en indiquant aussi pour plus de clarté les différents points où ont été faits les sondages dont je parle dans cette note.

Il nous est donc facile d'expliquer le comblement rapide du Delta protégé par la côte du Mariout aux temps historiques et l'arrêt qu'a

(1) Il remonte parfois jusqu'à l'archipel grec lorsque les vents étésiens ne lui sont pas contraires.

(2) Le *Sailing Directory of Mediterranean Sea* calcule que le courant parcourt sur les côtes de la Marmarique et du Mariout 1 mille 1/2 à l'heure, soit 3 kil. environ, mais à mesure qu'il s'approche du centre d'attraction cette vitesse s'accroît. Ainsi, entre le Boghaz Ghemileh (ancienne bouche Tanitique ?) et Port-Saïd, sa vitesse atteint fréquemment 8 milles à l'heure, soit 13 kilomètres, comme cela a été constaté en 1888, lors de l'échouage, à l'entrée du canal de Suez, du cuirassé italien « Re d'Italia », et en 1897, lors du même accident survenu au grand cuirassé anglais « Victorious ».

Si nous prenons une moyenne, nous voyons qu'entre les bouches de Rosette et de Damiette on peut évaluer la vitesse du courant à 5 milles, soit 8 kilomètres à l'heure, ce qui justifie mon assertion.

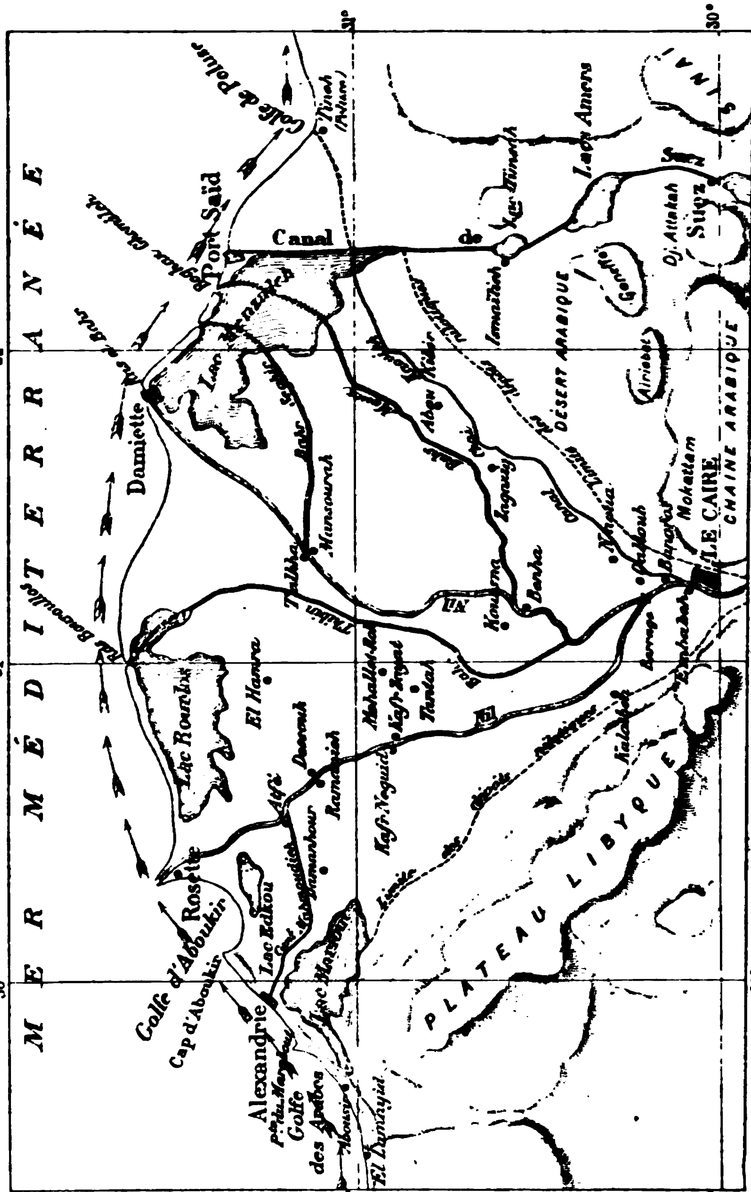


Fig. 7. — Carte du Delta du Nil (1).

(1) Dans la carte les flèches indiquent le sens du courant.

subi, depuis, l'avancement du Nil sur la mer, dès que les apports sont arrivés à la limite de protection contre l'érosion du courant en question. Les tremblements de terre qui, au IVe siècle avant J.-C., ont dévasté le nord de l'Afrique, peuvent avoir évidemment eu une influence sur l'affaissement du cordon littoral de même que le tassement des argiles sous-jacentes, mais cet affaissement ne peut avoir eu plus de 3 à 5 mètres, si l'on s'en tient aux indications données par les restes d'édifices submergés le long de la côte alexandrine ou dans les lacs de la côte.

Ces lacs eux-mêmes restent stationnaires et ne sont plus comblés par les apports du Nil, car ils ne reçoivent que les eaux de drainage qui ont déjà passé sur les terrains cultivés du Delta auxquels elles ont abandonné leur limon. A propos de ces lacs, je rectifierai ici une légère erreur commise par M. Stanislas Meunier (1) dans son Traité des causes actuelles, où, parlant de l'action actuelle du Nil, il dit que ce fleuve tend aujourd'hui à combler les lacs de la côte et donne comme preuve à l'appui le profil en travers du Fayoum.

Quant aux apports du Nil balayés par le courant, ils sont entraînés vers le golfe de Péluse et d'El Arich, où il sont jetés à la côte. Mais, dans leur trajet, une partie rencontre sur sa route la grande jetée de Port-Saïd et les troubles viennent s'accumuler à l'abri de ce remous, occasionnant un déplacement continuel du rivage qui s'est accru de 600 mètres environ depuis la fondation de cette ville et la construction de la jetée.

Rejetés sur la côte de Péluse, à El Arich, les dépôts nilotiques sont emportés par les vents à l'intérieur des terres et M. le professeur Sickemberger (2) a pu constater dans son voyage d'exploration à El Arich, l'existence d'un grès noir en formation, remarquable par la quantité de paillettes de mica noir et de hornblende qu'il renferme et qui le font ressembler aux grès des environs de Trieste.

Il me reste maintenant à parler de la disparition de certaines branches du Nil et du prétendu recul vers le nord de la pointe du Delta.

Des sept branches du Nil citées par les géographes de l'antiquité, il n'en reste plus que deux : la Bolbitine (branche de Rosette actuelle) et la Phtamétique (branche de Damiette); les autres ont été comblées ou transformées en canaux.

(1) Cf. Stanislas MEUNIER. Les causes actuelles en géologie. Paris, 1879, p. 277, fig. 37.

(2) Cf. E. SICKEMBERGER. Exposé sommaire d'une reconnaissance sur la côte Est de la Méditerranée. *Bull. Inst. Egypt.*, 1894.

La branche Pélusiaque, réglementée par les hommes, est devenue le canal Charkaouieh, la Tanitique est remplacée par le canal Mouez, la Mendésienne a fait place au Bahr Seghir et la Sébennitique au Bahr Chibin. Les exigences de la culture ont exigé cette transformation de même qu'elles ont fait disparaître la branche Canopique, remplacée aujourd'hui par un canal plus au nord, le Mahmoudieh, qui alimente Alexandrie.

La pointe du Delta qui était autrefois à Bassous, à 7 kilomètres au nord du Caire, a été reculée aujourd'hui à 15 kilomètres plus au nord, non par l'action du Nil, mais par la suppression de l'ancienne branche Pélusiaque, en tant que branche libre du Nil, le jour où les sultans Mameloucks firent construire à sa prise sur le Nil un pont régulateur.

En résumé, j'ai tenu à prouver : 1° que les dépôts nilotiques peuvent être évalués à environ 30 mètres d'épaisseur, qu'ils consistent, dans le Delta principalement, en une couche d'argile schisteuse reposant sur des sables pléistocènes, surmontée de sables caractérisés par la présence de paillettes de hornblende et de mica noir que couronne le limon cultivé : 2° que les améliorations de la culture et son extension tendent à supprimer l'exhaussement du sol ; 3° que le fait que le Nil n'empiéte plus sur la mer est dû non à l'affaissement du sol, mais à un violent courant qui balaie les côtes du Delta et entraîne les troubles vers l'est où ils sont rejetés sur la côte du désert d'El Arich ; 4° que le Delta ne reculait pas vers le nord et n'avait pu reculer, mais que sa pointe avait été simplement déplacée du fait de l'œuvre de l'homme et non par l'action du fleuve lui-même.

Séance du 5 Décembre 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Bergeron souhaite la bienvenue à M. **Stehlin**, conservateur du musée de Bâle, qui assiste à la séance.

Il proclame membre de la Société :

M. **Thiot**, à Marissel, près Beauvais, présenté par MM. Stuer et A. de Lapparent.

Il rappelle que M. **Van den Broeck** fera à la prochaine séance une conférence *Sur les principales questions de géologie appliquée, à l'ordre du jour en Belgique.*

En février, M. **de Launay** fera une conférence *Sur les variations des filons métallifères en profondeur.*

M. E. de Martonne signale, parmi les dons récemment parvenus à la Société, six feuilles de la *Carte géologique de Saxe* au 1/25.000e.

Il offre à la Société une brochure intitulée : *Problèmes de l'Histoire des Vallées. Enns, Salzach* (extrait des Annales de Géographie). Dans ce travail, il examine d'une façon critique les différentes hypothèses faites pour expliquer les changements de cours de l'Enns et de la Salzach, qui traversent les Alpes en de sauvages vallées transversales. Il montre que le changement de cours est pour l'Enns antérieur à la période glaciaire et pour la Salzach postérieur. Si l'on ne peut arriver à une précision plus grande, c'est que l'étude des dépôts tertiaires intra-alpins n'a pas encore été poussée assez loin. En terminant, il propose une nouvelle explication de la gorge de l'Enns à Gros Reifling, dont le cas n'est pas sans analogie avec certaines gorges des Alpes françaises.

M. J. Blayac signale, parmi les brochures reçues en dons : 1° *Documents pour servir à la Géologie des Alpes françaises ;* 2° *Sur une nouvelle Ammonite des calcaires du Fontanil* (*Isère*), par M. **Kilian** (Notes parues dans l'A. F. A. S. Congrès de Saint-Etienne).

Il résume aussi une importante note que M. **G. Vasseur** a présentée, le 28 novembre, à l'Académie des Sciences : *Sur la découverte de fossiles dans les assises qui constituent, en Provence, la formation dite* étage de Vitrolles *et sur la limite des terrains crétacés et tertiaires dans le bassin d'Aix (Bouches-du-Rhône).*

Il signale encore dans les Comptes-rendus de l'Académie (21 novembre), les notes suivantes : *Sur la présence de couches à Physes et Limnées columnaires dans l'Eocène inférieur des Corbières septentrionales*, par M. **Bresson** ; *Sur le parallélisme des calcaires urgoniens avec les couches à Céphalopodes dans la région delphino-rhodanienne*, par M. **V. Paquier.**

M. **G. Dollfus** s'empresse d'offrir à la Société le dernier fascicule d'un travail depuis longtemps en cours de publication, intitulé : *Les Mollusques marins du Roussillon*, qu'il a publié avec la collaboration de MM. E. Bucquoy et Ph. Dautzenberg (1).

Comme conclusion à cette étude, nous avons recherché l'histoire de la faune malacologique marine de la Méditerranée au point de vue géologique. Nous avons trouvé des traces évidentes de son évolution sur place, en très grande partie, depuis le début de la période miocène ; au contraire, les relations avec l'Oligocène sont très obscures et presque nulles. Il n'y a eu de communication possible entre la Méditerranée et l'Océan, depuis le Miocène, que par la région actuelle de Gibraltar et l'Andalousie. De l'autre côté de l'Atlantique, sur les rivages des Etats-Unis, la faune a parallèlement évolué sur place, depuis le Miocène, sans jamais se confondre avec la nôtre. Les chiffres suivants indiquent la proportion des espèces communes entre la faune actuelle littorale de la Méditerranée et divers dépôts du Néogène :

22 °/₀	d'espèces	communes	entre la	Méditerranée	et le Miocène du Nord.
33 °/₀	»	»	»	»	et le Miocène du Midi.
31 °/₀	»	»	»	»	et le Pliocène du Nord.
77 °/₀	»	»	»	»	et le Pliocène du Midi.
29 °/₀	»	»	»	»	et le Pléistocène du Nord.
65 °/₀	»	»	»	»	et le Pléistocène du Midi.

La faune européenne actuelle littorale est circonscrite dans des limites fort étroites par la température, par la bathymétrie. Il n'y a que 20 °/₀ d'espèces communes entre la Norvège et la Méditerranée, et 9 °/₀ d'espèces méditerranéennes descendent jusqu'au Sénégal ; il n'y a, peut-on dire, aucune espèce commune avec la mer Rouge ou avec le littoral américain.

(1) Paris, 1882-1898, Baillière, éditeur, 2 vol. in-8°, texte 566 et 884 p., 2 vol. atlas avec 165 pl. photogr. contenant plus de 2.500 figures.

M. Haug offre à la Société, de la part de M. **David Martin**, une note sur les « *Galets duranciens des collines de Provence* », publiée dans le *Bulletin de la Société d'études des Hautes-Alpes*. L'auteur étudie dans la Basse-Provence une formation durancienne uniquement composée de sables et de menus galets. Cette formation, qui repose sur les dépôts plus anciens du thalweg, s'élève et s'étend transgressivement sur les pentes et les plateaux des collines jusqu'au-delà des rives méridionales de l'étang de Berre. Par tous ses caractères, cette formation à menus galets paraît être, en Basse-Provence, le succédané de l'Erratique de la haute vallée. Mais la Durance sous-glaciaire, plus puissante et plus rapide que la Durance actuelle, n'aurait pu édifier un pareil dépôt que dans le cas où son écoulement vers la mer eût été gêné par un barrage momentané, dont l'auteur recherche la nature.

M. **Haug**, tout en n'ayant pas visité les alluvions de la Basse-Durance, fait quelques réserves au sujet de ces dernières conclusions. Il doit à l'obligeance de M. Martin d'avoir pu examiner les collections de menus galets recueillis sur les pentes des collines, il y a reconnu tous les caractères des cailloux à facettes façonnés par le vent dans les régions désertiques et pense que c'est peut-être l'action éolienne qui a amené ces galets duranciens dans leur position actuelle.

M. Marcel Bertrand présente et résume une brochure très documentée de M. **L. Raveneau** : *Sur les travaux des Russes dans l'Asie septentrionale* (Extrait des Annales de Géographie, nos 34 et 36, 1898).

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

La Commission a vérifié les comptes présentés par le Trésorier pour l'année 1897, ainsi que les prévisions pour 1898; ces chiffres sont reproduits dans le tableau A, où ils sont rapprochés de ceux de 1896.

Le tableau B résume le bilan des opérations effectuées par la Société dans la même année 1897.

Les résultats de cet exercice sont encore peu satisfaisants cette année; le déficit est plus faible que celui de l'année précédente, mais il n'a pas disparu, et il tient toujours à la même cause, à l'exagération des dépenses d'impression du Bulletin.

Recettes

Les revenus ordinaires sont en faible augmentation, le legs Jackson étant venu compenser l'aliénation du capital rendue nécessaire par le déficit de 1896.

Les cotisations courantes ont à peine fléchi cette année ; si l'on tient compte des cotisations anticipées, le chiffre total des cotisations est supérieur de 330 francs à celui de l'année précédente, bien que le nombre des membres ait encore diminué d'une unité ; cette augmentation provient de la diminution des cotisations restées en retard. En somme, la situation à ce point de vue est meilleure que les années précédentes et on peut espérer que le mouvement de fléchissement dans le montant des cotisations, constaté depuis plusieurs années, est définitivement enrayé.

Le chiffre total des recettes ordinaires est resté un peu inférieur à celui de 1896 par suite de la diminution des cotisations anticipées. La vente des publications a augmenté de 500 francs environ et cette augmentation se répartit pour la presque totalité entre les ouvrages de Fontannes et les Mémoires de Géologie.

En fin de compte, les recettes totales dépassent de 300 francs environ celles de l'exercice précédent.

Dépenses

Les frais généraux sont en diminution de 1.000 francs ; nous devons mentionner particulièrement que, grâce aux efforts du

bureau, les augmentations anormales que nous avions signalées l'année dernière sur les frais de bureau et sur les dépenses diverses, ont complètement disparu cette année.

Le chapitre des dépenses de publication continue malheureusement à être le point noir du budget de la Société : les frais d'impression du Bulletin qui avaient été prévus pour 8.860 francs, se sont élevés à 13.256 fr. 65 ; les disponibilités ont donc ainsi été dépassées de près de 4.400 francs. Sans doute, cette dépense est moins élevée que celle de 1896, mais nous sommes encore loin des chiffres de 1894 et 1895 qui se sont élevés seulement à 6.879 fr. 15 et 7.545 fr. 60. Nous ne pouvons que répéter cette année les observations déjà faites ; une pareille dépense dépasse de beaucoup les ressources normales de la Société.

Mémoires de Paléontologie

La Société a achevé l'impression du tome VII et grâce aux ventes des volumes précédents, le chiffre des recettes a dépassé celui des dépenses de 176 fr. 55.

EXERCICES	DÉPENSES			RECETTES		
	V	VI	VII	V	VI	VII
1894	478 75	»	»	»	»	»
1895	3.228 65	1.433 80	»	1.360 50	145 50	»
1896	»	2.438 35	532 60	1.025 »	1.625 »	100 »
1897	»	»	2.654 65	293 40	518 80	1.713 50
TOTAL..	3.707 40	3.872 15	3.187 25	2.678 90	2.289 30	1.813 50

On voit que le chiffre de recettes afférent au tome VII est seulement de 1.713 fr. 50 ; il est par suite difficile de prévoir quel sera le résultat de la convention avec le nouvel éditeur, et il est à craindre que la contribution de la Société ne dépasse le chiffre de 400 francs prévu l'année dernière ; mais cette dépense sera atténuée par la vente des années précédemment parues.

A **Comptes de 1897 et projet**

RECETTES	1896	PRÉVUES pour 1897	1897	PRÉVUES pour 1898
1° Ordinaires				
Revenus nets	4.747,45	4.700 »	4.776,15	4.900 »
Cotisations arriérées	390 »	390 »	360 »	360 »
» courantes	10.229 »	10.500 »	10.200 »	10.200 »
» anticipées	1.680 »	1.500 »	1.475 »	1.500 »
Droits d'entrée	440 »	440 »	460 »	460 »
Divers	»	»	1,83	»
	17.486,45	17.530 »	17.272,98	17.420 »
2° Vente des Publications				
Bulletin et tables	3.148,45	3.000 »	3.173,55	3.150 »
Mémoires de Géologie	337,05	500 »	628,25	500 »
» de Paléontologie	2.953 »	2.200 »	2.831,20	»
Ouvrages de Fontannes	217,70	»	525,40	»
Souscription ministérielle	1.000 »	1.000 »	1.000 »	1.000 »
	7.656,20	6.700 »	8.158,40	4.650 »
Total des Recettes	25.142,65	24.230 »	25.431,38	22.070 »
Frais généraux à retrancher	10.166,32	8.870 »	9.166,40	9.305 »
Dotation des publications	14.976,33	15.360 »	16.264,98	12.765 »
En caisse } au commencement	2.108,06	»	»	»
Manque } de l'exercice	»	— 5.544,35	— 5.544,35	— 332,04
Total de l'actif	17.084,39	9.815,65	10.720,63	12.432,96
Emprunt au compte capital	»	»	7.673,45	»
ACTIF DISPONIBLE	17.084,39		18.394,08	»

de budget pour 1898

DÉPENSES	1896	PRÉVUES pour 1897	1897	PRÉVUES pour 1898
1° Frais généraux				
Personnel. Appointements	1.800 »	1.800 »	1.800 »	1.800 »
— Gratification	100 »	100 »	100 »	100 »
Loyer effectif et contributions . .	4.651,96	4.670 »	4.654,30	4.525 »
Chauffage et éclairage.	806,85	700 »	614 »	650 »
Mobilier (dont 240 fr. pr le nettoyage)	768,25	300 »	589,30	500 »
Bibliothèque	748,20	500 »	511,30	800 »
Frais de bureau.	689,35	400 »	473,25	500 »
Port de lettres	328,81	300 »	334,20	330 »
Divers	272,90	100 »	90,05	100 »
TOTAL.	10.166,32	8.870 »	9.166,40	9.305 »
2° Frais des Publications				
Bulletin, exercice courant	15.928,65	8.860 »	13.256,65	9.000 »
Compte-rendu sommaire	1.119,30	1.000 »	721,25	800 »
Port : Bulletin et Compte-Rendu. .	1.727,64	1.500 »	1.521,23	1.400 »
Mémoires de Paléontologie	3.142,20	3.000 »	2.654,65	»
Table de la 3e série	700 »	1.000 »	300 »	1.000 »
	22.617,79	15.360 »	18.453,78	12.200 »
3° Dépenses extraordinaires				
Contribution aux fonds spéciaux .	10,95	»	23,10	»
Exposition de Bruxelles	»	»	149,45	»
TOTAL.	10,95	»	172,55	»
Dépenses totales (autres que les frais généraux)	22.628,74	15.360 »	18.626,73	12.200 »
En caisse } en fin d'exercice . .	»		»	
Manque } en fin d'exercice . .	— 5.544,35		— 232,25	
TOTAL OU DIFFÉRENCE ÉGALE.	17.084,39		18.394,08	

B Résumé

RECETTES

1° Ordinaires		
Revenus	4.776, 15	
Cotisations, droits d'entrée et divers	12.496, 83	17.272
2° Vente des publications		
Bulletin et Mémoires de Géologie	3.801, 80	
Mémoires de Paléontologie (excédent de recettes)	176, 55	
Ouvrages de Fontannes	525, 40	
Souscription ministérielle	1.000 »	5.503
3° Locatives		
Produit des sous-locations	3.025 »	3.02
4° Compte capital		
Cotisations à vie	770 »	
Legs Jackson	9,830, 35	
Remboursement de 2 obligations	980, 85	
Aliénation de 150 fr. de rente 3 °/₀	5.168, 92	16.75
5° Fonds spéciaux		
A. Barotte	492, 50	
B. Fontannes	650 »	
C. Viquesnel	332, 25	1.47
TOTAL		44.0
6° Encaisse au 1er Janvier 1897		
Budget ordinaire (manque)	— 5.544, 35	
Fonds spéciaux 1.174,08	1.887, 24	— 3.6
Compte capital 713,16		
		40.3

comptes de l'Exercice 1897

DÉPENSES

1° Ordinaires		
Personnel, loyer, chauffage et éclairage. .	10.193,30	
Mobilier et bibliothèque.	1.100,60	
Frais de bureau, ports de lettres, divers .	897,50	12.191,40
2° Frais des publications		
Bulletin (1897) et Réunion extraordin^re (1896).	13.256,65	
Compte-rendu sommaire.	721,25	
Port du bulletin et du compte-rendu sommaire	1.521,23	
Table de la 3e série	300 »	15.799,13
3° Compte capital		
Achat de 283 fr. rente 3 % (Legs Jackson).	9.789,83	9.789,83
4° Dépenses extraordinaires		
Exposition de Bruxelles	149,45	149,45
5° Fonds spéciaux		
A. Barotte, placé 516,37	1.116,37	
Id. distribué . . . . . 600 »		
B. Fontannes	1.323,10	
C. Viquesnel	»	2.439,28
TOTAL.		40.369,28
6° Encaisse au 31 Décembre 1897		
Budget ordinaire (manque)	- - 232,25	
Fonds spéciaux.	232,46	
Compte capital (néant)	»	0,21
		40.369,49

Résumé et conclusions

En résumé, la situation financière de la Société s'est un peu améliorée depuis l'année dernière, mais dans une mesure insuffisante et l'exercice 1897 sera encore en déficit de plus de 2.000 francs.

L'exagération de la dépense d'impression du Bulletin a été cependant atténuée en partie par l'augmentation des recettes, par la diminution des frais généraux et enfin par la suppression de toute dépense relative aux Mémoires de Paléontologie. Il est peu probable que cette situation se maintienne au moins sur ce dernier article du budget, et il n'en est par suite que plus urgent de ramener dans des limites raisonnables les dépenses d'impression du Bulletin.

En ce qui concerne les comptes présentés par M. le Trésorier, la Commission vous propose de les approuver et de lui voter des remerciements.

Présenté au nom de la Commission de comptabilité,

H. DOUVILLÉ.

Des remerciements unanimes sont votés au Trésorier, M. Termier, et au rapporteur de la Commission, M. Douvillé.

SUR L'ÉVOLUTION DES HIPPURITES

par M. **TOUCAS.**

Les dernières recherches dans les couches à *Hippurites* de la Provence, des Corbières et de la Charente ont permis de constater l'existence de plusieurs formes nouvelles qui paraissent devoir combler certaines lacunes dans l'évolution des divers groupes d'*Hippurites*. M. Toucas passe en revue les deux premiers groupes d'*Hippurites* :

1° HIPPURITES A PORES RÉTICULÉS. — Groupe de l'*Hipp. galloprovincialis* : En premier lieu, il convient de citer une forme ancienne de l'*Hipp. petrocoriensis*, à arête cardinale tronquée, qui est associée à l'*Hipp. inferus* dans le premier niveau à *Hippurites* (Angoumien

moyen) des trois régions. Il s'en suit que l'*Hipp. petrocoriensis* type, à arête cardinale arrondie, de l'Angoumien supérieur, qui était considéré comme une forme dérivée de l'*Hipp. inferus* avec un raccourcissement prématuré du premier pilier, appartient en réalité à un groupe distinct, caractérisé dès le début par un premier pilier court et non pédiculé et dont le type ancestral aurait son arête cardinale tronquée comme toutes les formes primitives. Il y a lieu de signaler dans ce même groupe des formes anciennes de l'*Hipp. galloprovincialis* et de l'*Hipp. dentatus* du Coniacien et du Santonien inférieur de la Valdaren, avec arête cardinale tronquée. La première perd sa troncature presque immédiatement, mais la deuxième dans le Santonien moyen seulement.

Groupe de l'*Hipp. Moulinsi :* Ce groupe dérive de la forme ancienne de l'*Hipp. petrocoriensis* et a, par conséquent, même origine que le précédent ; il comprend trois formes de l'*Hipp. Moulinsi :* forme ancienne (*Hipp. Rousseli*) de l'Angoumien supérieur des trois régions, forme type du Coniacien de Gatigue et de la Provence avec arête cardinale tronquée (rectification reconnue par M. Douvillé), et la forme récente du Santonien de la Provence avec arête cardinale arrondie.

Groupe de l'*Hipp. giganteus :* Ce groupe a pour type ancestral l'*Hipp. inferus* de l'Angoumien moyen et présente également trois formes de l'*Hipp. giganteus* en Provence : forme ancienne de l'Angoumien supérieur à arête cardinale tronquée et replis rapprochés, forme type du Coniacien à arête cardinale arrondie, et forme récente à replis plus écartés et plus développés du Coniacien supérieur.

Groupe de l'*Hipp. Oppeli :* Ce groupe dérive du précédent et a fourni du gisement de la Valdaren deux formes de l'*Hipp. Zurcheri :* forme type du Coniacien à arête cardinale tronquée, et forme récente à arête cardinale arrondie du Santonien inférieur de la Valdaren et de Sougraigne.

2° Hippurites a pores polygonaux. — Groupe de l'*Hipp. Toucasi :* l'*Hipp. resectus* est-il bien le type primitif de cette division ? Ses grands rapports avec l'*Hipp. Requieni*, forme primitive des *Hippurites* à pores linéaires, permettent d'en douter. Il serait peut-être plus naturel de faire encore dériver de l'*Hipp. inferus* les *Hippurites* à pores polygonaux et d'admettre que la transformation des pores s'est opérée dans l'Angoumien supérieur avec l'*Hipp. Grossouvrei*, qui serait alors la forme primitive de ce groupe, dans lequel ont été reconnues des formes anciennes de l'*Hipp. Carezi* et de l'*Hipp. Toucasi* du Coniacien de la Valdaren avec piliers fortement pincés à

la base, les formes types n'apparaissant que dans le Santonien inférieur pour faire place dans le Santonien supérieur à une forme récente de l'*Hipp. Carezi* avec premier pilier beaucoup plus court.

3° Hippurites a pores linéaires. — Groupe de l'*Hipp. canaliculatus* : l'*Hipp. Requieni*, type ancestral des *Hippurites* à pores linéaires, n'est qu'une variété de l'*Hipp. resectus*, à valve supérieure non pustuleuse et à valve inférieure finement costulée. Ces deux formes ont d'ailleurs vécu constamment côte à côte dès l'Angoumien moyen et n'ont perdu la troncature de l'arête cardinale que dans le Coniacien, où elles passent insensiblement à l'*Hipp. socialis* ; et ce n'est que dans le Santonien que s'est opérée la subdivision en groupes. Aussi c'est à ce niveau seulement qu'on constate des modifications dans les formes des différents groupes ; ainsi pour l'*Hipp. canaliculatus* on a à considérer : une forme ancienne, à arête cardinale plus courte que dans le type, avec ses variétés *Hipp. Matheroni* et *Hipp. cristatus* du Santonien moyen du Beausset ; la forme type, plus développée, la remplace dans le Santonien supérieur pour se modifier encore en une forme plus récente (*Hipp. crassicostatus*) dans le Campanien inférieur des Corbières.

Groupe de l'*Hipp. turgidus* : ici nous avons la forme ancienne de l'*Hipp. turgidus* (*Hipp. sublævis*) et une forme ancienne de l'*Hipp. rennensis* pourvu d'arête cardinale, toutes deux du Santonien inférieur de Sougraigne ; les formes types sont dans le Santonien supérieur, et une forme récente de l'*Hipp. turgidus* existe dans le Campanien inférieur des Corbières.

Groupe de l'*Hipp. bioculatus* : dans ce groupe également trois formes de l'*Hipp. bioculatus*, la forme primitive (*Hipp. præcessor*) du Santonien inférieur de Sougraigne, la forme ancienne du Santonien supérieur avec pores allongés, et la forme type du Campanien inférieur avec pores punctiformes.

Conclusion. — Les types primitifs des trois grandes divisions, basées sur la nature des pores, ont apparu presque en même temps dans le premier niveau à Hippurites (Angoumien moyen), zone des *Radiolites lumbricalis* et *Biradiolites cornupastoris*. Les groupes se sont formés successivement depuis l'Angoumien supérieur jusqu'au Santonien inférieur et se sont ensuite développés parallèlement suivant les lois d'évolution du genre pour disparaître entièrement dans le Danien supérieur, après avoir eu leur plus grand épanouissement dans le Santonien supérieur et le Campanien inférieur.

NOTE SUR LES ALLUVIONS ANCIENNES DE L'EMBRUNAIS

par M. **David MARTIN.**

Nous n'avons rencontré, ni dans l'Embrunais, ni dans les régions voisines, aucune alluvion préglaciaire bien définie. Toutes les formations pliocènes et pléistocènes semblent y avoir été balayées par des érosions qui atteignent la profondeur absolue de 530 mètres. Ce taux d'affouillement est nettement établi par le lit actuel de la Durance à l'aval de Tallard (570^{m}), par la terrasse du « Deckenschotter » de la Freyssinouse (1100^{m}) et par celle des rampes du col du Mont-Genèvre (1).

Les poudingues de Guillestre, Mont-Dauphin, Châteauroux et Embrun sont postérieurs au creusement de la vallée puisqu'ils ont

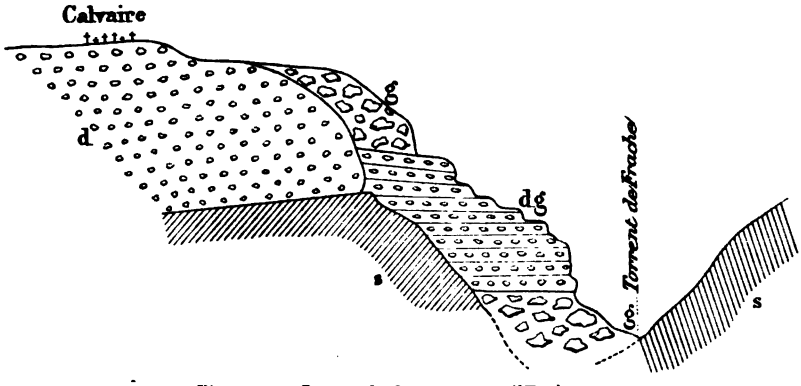


Fig. 1. — Coupe de la terrasse d'Embrun.

a, Alluvions striées à la surface ; g, g, Glaciaire ; ag, Alluvions à galets striés ; E, Eboulis ; s, s, Schistes jurassiques.

leur base au niveau de la Durance actuelle. Aussi sont-ils relativement fort récents ; leurs éléments sont très frais et ne diffèrent pas, sous ce rapport, de ceux du Glaciaire.

(1) Les alluvions du Mont-Genèvre savamment décrites par M. Kilian dans : *Bull. du Serv. de la Carte géol. de Fr.*, N° 53, t. VIII (1896-1897), avaient été déjà signalées par nous dans : *Bull. Soc. ét. des H.-A.*, de décembre 1890, p. 385 et 401 et de janvier 1891, p. 24 et 26.

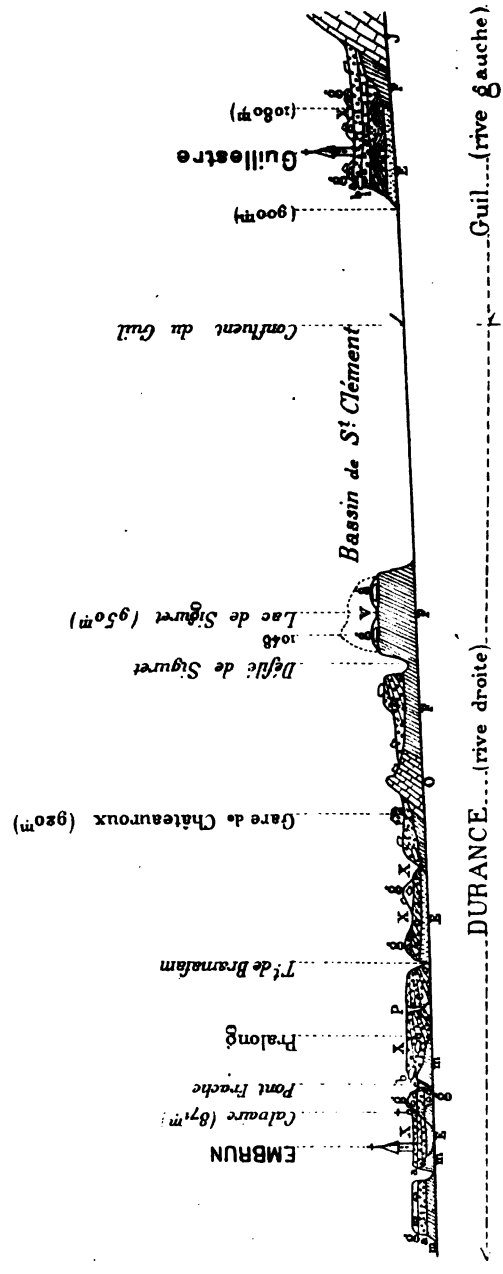


Fig. 2. — Profil en long d'Embrun à Guillestre. — Echelles : long. $\frac{1}{100.000}$; haut. $\frac{1}{10.000}$.

m, Marnes noires ; E, Eboulis ; O, Oolithe (?) ; F, Flysch schisteux ; J, Marbre rouge ; a, Alluvions ; c, Cônes de déjections passant dans le haut à des alluvions à couches normales ; g, Glaciaire ; V, Lac morainique et col de Siguret ; X, Surfaces de poudingues striées ; l, Traînée de gros blocs calcaires ; Gorge de Pralong.

Nous n'avons pu trouver aucune trace de dépôt glaciaire typique antérieur à ces alluvions, car nous ne pouvons reconnaître à la moraine de fond du Calvaire d'Embrun le caractère d'autorité que lui donnent MM. Kilian et Penck.

Cette moraine de fond, qui repose sur le thalweg, porte un lambeau de menues alluvions cimentées qui est, à son tour, recouvert par du Glaciaire typique jusqu'à la surface, mais sans aucune autre intercalation d'alluvions.

Mais ce lambeau *ag*, intercalé dans le Glaciaire, contient des cailloux anguleux et des galets remarquablement striés. De plus, il s'étale transgressivement sur la tranche des schistes en place (*s*) et des alluvions d'Embrun (*a*). La surface du talus des schistes est en outre striée et les stries suivent la pente générale de la vallée.

Ce petit lambeau *ag*, situé au débouché du torrent de Frache, nous paraît présenter tous les caractères d'un cône de déjection sous-glaciaire dont les assises sont orientées par rapport à la direction du torrent latéral.

Toutefois, nous trouvons, dans toute l'épaisseur et l'étendue des poudingues de l'Embrunais, des traces de voisinage et de relations glaciaires assez intimes, comme nous le verrons bientôt.

Les poudingues embrunais sont formés, vers la base, de couches surtout sableuses et terreuses inclinées de 20 à 50 degrés. Dans le haut, elles passent insensiblement à des couches ayant la pente générale de la vallée.

Dans la coupe N° 2 on voit, sous Guillestre, deux cônes de déjections adossés et provenant l'un du Guil et l'autre du Rioubel.

Au moment où ces torrents eurent nivelé leur lit, ils déposèrent, sur les couches inclinées, une traînée de gros blocs en calcaire et marbre rouge provenant d'une très petite distance.

A Châteauroux et à Pralong, les couches sont également inclinées vers la base, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2. On dirait même que le courant fut divisé en deux couloirs par le piton de Siguret, coté *1047*, car les assises de poudingues du défilé de Siguret sont moins inclinées que celles de Pralong et dans un sens différent.

L'inclinaison considérable des assises de tous ces poudingues est une preuve manifeste que leur dépôt s'est opéré dans une série de lacs momentanés. L'origine de ces lacs accidentels nous paraît due, comme celle du lac *Paroir* dans la haute Ubaye, à des glissements de terrains. En effet, la région située entre *Saint-Clément* et *Chorges* est encore aujourd'hui le théâtre d'affaissements fréquents, par suite de l'incohérence des schistes qui constituent la vallée au-dessous

de 1500 à 1700 mètres d'altitude. Or, les cañons profonds de plus de 500 mètres qui avaient été creusés à l'époque pléistocène, devaient singulièrement favoriser des glissements en grande masse et déterminer ainsi des barrages et des lacs momentanés.

Nous avons dit que les alluvions de l'Embrunais présentent des preuves manifestes d'une certaine relation avec les glaciers.

En effet, nous avons recueilli dans toute leur épaisseur et arraché de leur gangue des galets *striés d'une manière très nette.*

Avec ces galets striés se trouvent également des cailloux et même des blocs tout à fait anguleux ou à peine émoussés sur les angles.

Citons-en quelques-uns : bloc perché de 3 mètres d'axe dans l'abîme de Pralong ; grès du flysch de 3 m. 25 gisant à 1 m. 50 de profondeur, dans le poudingue strié à sa surface, près de la campagne du peintre Emile Guigues ; blocs et cailloux anguleux faisant saillie sur la falaise de Bramafam ; bloc de gneiss absolument anguleux faisant une saillie de $0^{m}75$ sur la falaise de Guillestre, en face le pont du Guil. Enfin, entre la gare de Châteauroux et Font-Mollines, on voit la surface striée du poudingue, hérissée de blocs faisant saillie de $0^{m}25$ à $0^{m}40$. La surface extérieure de ces blocs est en général couverte par les mêmes systèmes de stries que le poudingue, tandis que la partie engagée est parfaitement anguleuse. D'autre part, la surface striée du poudingue est souvent sableuse, même terreuse.

Aussi son aspect, avec tous ces caractères, est si étrange, qu'il faut vraiment faire effort pour résister au désir de considérer les moraines sous-glaciaires comme pouvant être cimentées et ensuite striées sous le glacier même.

Les alluvions de Guillestre et de Mont-Dauphin proviennent exclusivement du Queyras et d'Escrins.

Ce sont des euphotides, des serpentines, des quartzites, des calcaires variés et des grès du flysch qui constituent sur certains points de 1/6 à 1/3 des galets, bien que le Queyras ne présente plus que deux ou trois petits lambeaux de cette formation : Cols Pansier et Garnier, arête entre Ceillac et Escrins, Mortier et vallon Laugier.

En six journées d'exploration nous n'y avons vu qu'une protogine et deux variolites altérées de la Durance qui ont dû être empruntées à la formation alluviale pléistocène de la Frairie (1).

Les poudingues de Châteauroux à Embrun, bien que situés sur

(1) Nous avons rencontré quelques lambeaux d'une terrasse pléistocène qui marque une Durance à pente fort régulière. Ces lambeaux sont à la Frairie, près de Saint-Crépin, au Poët, à Salignac, Les Mées, Villedieu, Le Défend d'Alleins. Ces alluvions sout plus fraiches que celles du pliocène, mais moins conservées que les dépôts glaciaires.

le thalweg de la Durance, appartiennent également au Queyras, surtout dans la profondeur. Ce n'est que vers la surface que les protogines deviennent plus nombreuses. Mais nous n'y avons vu qu'une variolite de la Durance.

La présence d'une série de lacs ne peut, croyons-nous, expliquer en même temps l'extinction de l'action torrentielle de la Durance et la présence de cailloux et de blocs anguleux du Pelvoux à toutes les profondeurs.

Il nous semble plus conforme aux faits d'admettre que le massif du Pelvoux était, en raison de sa grande altitude, déjà envahi par les glaciers, tandis que celui du Queyras, d'altitude bien inférieure, était encore exposé à un ruissellement intense.

Le glacier débouchant vers Largentière ou La Roche, en tête du lac accidentel, laissait dériver des glaçons flottants qui échouaient des blocs au sein des alluvions embrunaises.

A l'amont de Sisteron, entre Thèze et le T^t de Moussan, le talus de la Durance présente un ensemble de dépôts tout à fait analogues à ceux de l'Embrunais : Sur les *marnes noires* repose une *formation de sables limoneux* en couches inclinées avec galets, souvent striés, noyés dans la masse. Ce dépôt, de 6 mètres environ, porte 30 mètres d'un *cailloutis grossier* en couches irrégulières, agglutiné en poudingue et couronné par une des branches de la *moraine frontale de Rourebeau* décrite par MM. Kilian et Penck dans une séduisante étude synthétique (1).

C'est à *M. P. Lory* que nous devons d'avoir pu discerner les caractères mixtes et contradictoires de ces alluvions de la Durance, et cela, en explorant, sous la direction de notre excellent confrère, les curieuses *alternances de Glaciaire typique* et d'*alluvions à galets striés et à blocs*, qui se font remarquer dans la vallée du *Drac*.

Ces diverses assises ne nous ont présenté aucune intercalation de *lehm*, ni aucune zone d'altération ; dans toute la masse les éléments sont d'une remarquable fraîcheur et ne présentent pas de différence appréciable dans leur état de conservation.

En somme, les poudingues de l'Embrunais ont perdu le caractère d'antiquité que nous nous étions plu, tout d'abord, à leur attribuer, à cause de leur *surface superbement rabotée et striée*.

Mais il serait prématuré, pour nous, de dire s'ils proviennent du ravinement de formations glaciaires antérieures dont il ne resterait plus de trace, ou d'un dépôt opéré, soit *sous le glacier lui-même*, soit plutôt peut-être *en avant du glacier* pendant sa marche d'extension.

(1) Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance. *C. R. Ac. Sc.* Paris, 1895.

SUR L'EXISTENCE PROBABLE DU TRIAS GYPSO-SALIN DANS LE SUD DE LA PROVINCE DE CONSTANTINE

par M. J. BLAYAC.

Les pointements gypso-salins qui font l'objet de cette note se trouvent en partie au sud de Tébessa, dans la région des dômes avoisinant le plateau de Chéria (région des Nemenchas). Ces dômes qui sont figurés de façon très expressive sur la feuille au 1/200.000e de Chéria (Service géographique de l'armée), laissent voir leur constitution géologique grâce à l'érosion qui en a fait d'immenses cirques dont le fond est presque entièrement occupé par les dépôts quaternaires ou récents (alluvions ou éboulis, etc.). A l'intérieur des cirques, au travers des terres alluviales, affleure le terrain gypso-salin sous forme d'un massif déchiqueté, bien isolé. On y observe des *marnes bariolées*, des *bancs de dolomies*, *accompagnés de plaquettes calcaires*, alternant avec des *cargneules* et des *masses gypso-salines* (surtout gypseuses). Les cristaux de quartz, de pyrite de fer, de dolomie, abondent aussi bien dans les marnes que dans les cargneules et à la surface des bancs de dolomies. Le gypse est stratifié, quoiqu'il soit souvent difficile de s'en rendre compte. Les pointements d'Hamimat-Guibeur et de Dra-Oum-Debbane que j'ai particulièrement étudiés, ont une structure nettement anticlinale ; il est indéniable qu'ils sont constitués par le terrain le plus ancien affleurant à l'intérieur des dômes dont les divers niveaux visibles appartiennent au Sénonien (calcaires à *Inocérames*) et à l'Eocène inférieur (marnes et calcaires à silex et calcaires à *Nummulites*). Le faciès de cette formation gypseuse est bien celle du Trias lagunaire déjà décrit dans le Nord-Algérien, à Constantine, à Souk-Ahras et dans la province d'Oran (1). Il est certainement difficile de conclure d'une façon trop affirmative à l'âge triasique de ces dépôts, car c'est en vain que j'ai cherché des fossiles ; mais il reste acquis que *l'origine de ces pointements n'a rien de commun avec des phénomènes éruptifs*

(1) M. Bertrand. Réunion extraordinaire en Algérie. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896, p. 118. — J. Blayac et L. Gentil. Le Trias de Souk-Ahras. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXV, 1897, p. 523. — L. Gentil. Note sur l'existence du Trias gypseux dans la province d'Oran. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, p. 457.

et que leur âge n'est pas éocène (1), comme Coquand l'avait cru, *mais bien antérieur au Sénonien.*

Plus au Nord, au Djebel M'Kerriga, près Clairefontaine, à mi-chemin entre Tébessa et Souk-Ahras, notre confrère, M. Lantenois, m'a montré un affleurement gypseux présentant la même succession que les précédents ; les couches y sont dans un désordre plus indéchiffrable. Un beau pointement d'ophite, découvert par M. Lantenois, traverse, près de la grande crête du M'Kerriga, la masse gypseuse. Cet affleurement qui est encore dépourvu de fossiles, paraît ici s'être fait jour par une poussée qui a redressé et même déversé les terrains environnants qui sont : 1° les calcaires récifaux à *Requienies* du M'Kerriga (probablement aptiens), 2° le *Cénomanien.*

Tissot, qui avait vu ces derniers gypses, avait reconnu leur origine sédimentaire et dans ses notes manuscrites il se demande même s'ils ne seraient pas jurassiques (2).

La montagne de sel d'El-Outaya (près Biskra), que M. Marcel Bertrand a toujours pensé devoir être triasique, a été étudiée à nouveau par M. Ficheur. Dernièrement, M. Ficheur et moi avons pu relever une coupe précise et bien significative de cet important pointement gypso-salin qui est recouvert sur presque toute son étendue d'encroûtements dus à la reformation récente du gypse et du sel. Là encore l'hypothèse de gypse éruptif doit être complètement abandonnée. L'origine sédimentaire est au contraire indiscutable. On y voit, en effet, le sel se présenter en une masse stratifiée dans laquelle s'intercalent des marnes vertes et violettes. Au-dessus du sel (qui a 150 à 180^{m} d'épaisseur), le gypse forme des bancs qui, dans le haut, alternent avec des calcaires en plaques ; puis, des calcaires en strates minces, mais compacts et presque marmoréens, et quelques dolomies sans intercalations gypseuses, constituent le terme final de cette formation lagunaire. Dans ces calcaires, après de minutieuses recherches, nous avons trouvé un débris de test d'Oursin et quelques traces de coquilles bivalves, probablement d'huîtres, qui vont être soumis à l'examen d'un paléontologiste. L'affleurement gypso-salin d'El-Outaya est en contact avec le Sénonien, les couches attribuées par M. Ficheur à l'Oligocène, et le Quaternaire. Il est aussi venu à jour par une poussée qui a fortement redressé et même déversé les terrains sus-jacents. Peut-être pourra-t-on bientôt conclure définitivement à son âge triasique ou en partie infra-liasique.

(1) Voir : Coquand. *Géologie et Paléontologie de la province de Constantine*, 1862.

(2) Renseignement donné par M. Lantenois.

M. **Kilian** fait connaître que, parmi des Ammonites recueillies par M. **Baumberger** dans le cours de ses études sur le Néocomien du Jura suisse, il a eu l'occasion de reconnaître, de la façon la plus nette, *Hoplites Euthymi* Pict. sp. Cette forme berriasienne a été recueillie dans les calcaires qui forment *la base du Valanginien supérieur* (Calc. limoniteux), à Kapfplatte, près Twann, dans la région du lac de Bienne. Elle y est inférieure aux couches à *Pygurus rostratus* dont la faune de Céphalopodes est celle du calcaire du Fontanil, et supérieure aux marnes d'Arzier.

M. Kilian croit que c'est la première fois qu'une espèce berriasienne est signalée dans le Néocomien jurassien. — Ce fait nouveau confirme l'affinité crétacée de la zone à *Hoplites Boissieri* et le synchronisme qu'il a établi entre cette zone et le Valanginien inférieur (marbre bâtard) du Jura, équivalence récemment contestée par M. Haug dans son savant mémoire sur le Tithonique.

A propos d'un travail intéressant de M. Fournier *Sur la tectonique du Jura,* publié dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes*, et dans lequel, tout en signalant l'existence de *brachyanticlinaux* et de *brachysynclinaux* dans cette région, cet auteur déclare que « la notion des chaînons parallèles est absolument erronée », M. **Kilian** présente les observations suivantes :

1° J'ai signalé en 1895 (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII, p. 948), l'existence dans le Jura franc-comtois (à Avoudrey par exemple), de « plis à arrêt brusque » avec plongement périclinal des assises et je comparai alors ces bombements avec les « dômes » décrits par M. Léon Bertrand dans les Alpes-Maritimes. Le terme *branchyanticlinal* n'existait pas à cette époque, mais la chose qu'il désigne avait été maintes fois décrite dans le Jura, même par les anciens auteurs.

2° La présence de ces brachyanticlinaux en certains points du Jura n'a nullement pour conséquence l'inanité de la notion des *chaînons parallèles;* celle-ci demeure applicable ainsi que l'ont reconnu les observateurs les plus récents (v. notamment les beaux travaux de M. Marcel Bertrand, l'étude sur le Jura, dans le Dictionnaire géographique de Joanne, qui contient diverses conclusions intéressantes empruntées à M. Haug, et mon article sur la Franche-Comté septentrionale, dans les Annales de Géographie, 1894, p. 340), aux Hautes-Chaînes qui constituent la partie la plus importante du Jura.

3° Il est nécessaire de ne pas perdre de vue que c'est dans la région jurassienne qu'ont été observés et définis les exemples de plis les plus classiques et il est quelque peu paradoxal d'en nier

l'existence en généralisant les conclusions qu'a fournies, à M. Fournier, l'étude très curieuse et très détaillée d'ailleurs, qu'il a faite des environs de Besançon.

M. **Kilian** signale la présence de l'étage barrémien, sous son faciès vaseux, en Catalogne. Parmi les Céphalopodes que lui a communiqués M. Almera, une série d'*Heteroceras*, des *Leptoceras* et autres formes significatives ne laissent pas de doute sur l'existence, dans cette région, de la faune de Wernsdorf et de Combe-Petite, correspondant à la zone à *Desm. difficile*. M. Kilian regrette qu'une note envoyée par lui à la Réunion extraordinaire de cet automne et relatant cette constatation n'ait pu trouver place au Compte Rendu de cette Réunion.

NOTE COMPLÉMENTAIRE SUR LES SABLES A *CLYPÉASTRES* DES ENVIRONS DES PYRAMIDES DE GHIZEH

par M. **R. FOURTAU.**

J'ai eu l'occasion, depuis la première note que j'ai adressée à la Société à ce sujet, le 21 janvier dernier, de revenir au Gebel Chelloul et de reprendre les fouilles que j'avais fait commencer alors. Ayant choisi un endroit non encore retourné par les Bédouins à la recherche du *Cl. Ægyptiacus* Mich., j'ai pu me rendre un compte exact de cette formation. Je n'ai pas à rectifier la coupe que j'en avais donnée alors, mais je dois revenir sur l'assertion que j'avais émise au sujet des fossiles que contenaient ces sables. Je n'avais reconnu comme appartenant véritablement à cette couche que deux espèces, savoir : *Clypeaster Ægyptiacus* Mich. et *Strombus* cf. *coronatus* Defr.

Dans mes nouvelles fouilles, j'ai pu récolter d'autres espèces, Echinides et Mollusques, dont je donne la liste ci-dessous (1) :

Echinolampas sp. (fragment).
Echinocardium sp. n. (3-4).
Pecten benedictus Lamk. (5) = *P. ærythreus* Sow. d'après Beyrich.
Neverita (*Natica*) cf. *Josephinia* Risso (1).
Cassis cf. *crumena* Lamk. (4-5).
Ranella marginata Mart. (2).
Xenophora cf. *infundibulum* (2).
Tritonium sp. (5).
Murex sp. (2).
Serpula sp. (sur les *Pecten*).

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent le degré de fréquence d'après l'échelle de M. Mayer-Eymar.

Il est à noter que le seul bivalve actuellement connu dans cette couche est un *Pecten* admirablement conservé, alors que tous les Gastropodes sont à l'état de moules, ce qui rend leur détermination incertaine.

Néanmoins, cette faunule dont j'espère pouvoir augmenter la liste par des recherches subséquentes, me paraît indiquer nettement un âge pliocène inférieur que je crois pouvoir synchroniser avec le Plaisancien.

SUR LA TECTONIQUE DES PYRÉNÉES

par M. **STUART-MENTEATH.**

La chaîne est composée d'un assemblage de bosses distinctes dont la forme, variable à l'infini, est plus ou moins en *fond de bateau*, d'après l'expression de Jukes dans son excellent Manuel de 1861. En 1886 j'ai montré que l'extrémité occidentale des Pyrénées est divisible en trois bosses distinctes même par l'analyse des gîtes métallifères; et toutes mes observations se résument dans le fractionnement analogue du reste de la chaîne par la découverte de golfes du Crétacé supérieur, etc., insinués au milieu des bandes des terrains supposées les plus anciens. Par suite, la lisière entière des Pyrénées est absolument irrégulière, et la chaîne prend l'aspect d'un archipel. Les Corbières sont ainsi fractionnées depuis d'Archiac; la carte de M. Roussel indique la même structure, et les dernières cartes de la Basse Provence sont modifiées dans le même sens. L'indépendance des bosses me paraît aussi complète qu'en 1886. Il s'ensuit que toute tentative de faire ressortir une structure générale en bandes, tranches faillées, ou plis continus, doit être abandonnée. L'observation contredit partout ces tentatives, et montre en outre que la structure transversale est constamment interrompue par autre chose que des failles. En un mot, la tectonique proprement dite est une illusion, dont la vérification conduit, *per absurdum*, à une conception toute différente de la structure des Pyrénées.

Les bosses et bassins des collines côtières de Catalogne et des Pyrénées-Orientales sont inséparables des Pyrénées et présentent une histoire d'émersions et immersions successives dans laquelle chaque

région a joui d'une certaine indépendance. Les surfaces immergées ont été toujours analogues à la surface actuelle, et les croûtes successivement déposées jusqu'au Pliocène ont été analogues à celle qui est actuellement en voie de formation. Dans toutes les Pyrénées il est également impossible de trouver un horizon quelconque qui indique une interruption générale du régime de toute la chaîne. Des accidents locaux ont été arbitrairement comparés et réunis, mais en réalité depuis les temps paléozoïques on ne trouve pas la trace d'une catastrophe générale. Il y a lieu de rejeter tout espoir de s'orienter par une explication de ce genre, et il importe de chercher dans le régime des Pyrénées actuelles l'explication des phénomènes de leur passé.

De tous ces phénomènes, le plus remarquable est le remplissage des vallées actuelles par des fragments tombés des hauteurs et cimentés en roche dure par des suintements, pendant que les sources calcaires et magnésiennes déposent des masses de travertin simulant la cargneule et les plaquettes de muschelkalk et pendant que les eaux thermales déposent des masses de quartzite barégienne et produisent du gypse à la surface des calcaires. Des remplissages analogues de toutes les époques se trouvent partout dans les Pyrénées sous forme de calcaires bréchoïdes, veinés d'argile ou de masses énormes de brèche polygénique. Leurs bords sont habituellement indiqués par une latérite rouge avec gypse, cargneule et quartzite, et tous les détails de leur structure indiquent leur origine. Leur stratigraphie est indépendante de celle des roches encaissantes et ils sont constamment pénétrés et bordés par des ophites et composés en grande partie par des éjections volcaniques, indiquant l'extension ancienne des volcans retirés avec la mer jusqu'aux vallées d'Olot. Les fossiles des remplissages sont naturellement de tout âge, mais on trouve, *en place*, des lentilles de lumachelle crétacé dans les parties marines et des débris abondants de plantes mal caractérisées dans les parties terrestres. En Catalogne, les remplissages les plus nets sont de l'Oligocène et, dans les Basses-Pyrénées, du Cénomanien ; mais des remplissages jurassiques et triasiques sont fréquents et, en général, on peut remarquer que les formations des Pyrénées varient depuis quelques centimètres jusqu'à 2.000 mètres d'épaisseur, c'est-à-dire dans la même proportion que les inégalités de la surface de nos jours.

Parmi les origines fondamentales l'observation atteste la présence d'injections de granite, porphyre et ophite, sur une étendue dont les cartes géologiques ne donnent aucune idée, et ces injections

paraissent avoir agi d'une façon très indépendante dans chaque bosse. Une dolomitisation des calcaires, une cristallisation des argiles et la solubilité du gypse et du sel, ont contribué très irrégulièrement à la formation des dépressions. Mais un déplacement constant des bosses est bien attesté par les remplissages de vallées anciennes, pincés et plus ou moins oblitérés, qui coupent *en travers* les bosses actuelles ; j'ai figuré un pareil déplacement au travers du granite de la Haya (*C. R. Ac. Sc.*, juin 1894). Ces déplacements sont probablement la suite inévitable des remplissages et injections. La surface actuelle serait donc la conséquence de la surface la plus ancienne, et la naissance des montagnes de nos jours serait due à la disparition des montagnes du passé. Les influences lointaines dans les roches seraient écartées dans cette manière de concevoir les problèmes.

Séance du 19 Décembre 1898

PRÉSIDENCE DE M. J. BERGERON, PRÉSIDENT

M. J. Blayac, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président rappelle que l'Académie des Sciences a tenu aujourd'hui sa séance annuelle et décerné ses prix; comme tous les ans, la Société a vu avec grand plaisir récompenser plusieurs de ses membres. Il félicite MM. **Munier-Chalmas** et **Cayeux** qui ont obtenu les prix Estrade-Delcros et Vaillant. Il transmettra à Madame Félix Bernard les félicitations de la Société à l'occasion du prix Saintour décerné à **Félix Bernard**.

Il annonce trois présentations.

M. E. de Martonne signale, parmi les dons récemment parvenus à la Société, plusieurs fascicules des *Geographische Abhandlungen* de Penck, parmi lesquels une Biographie de Friedrich Simony et deux livraisons de l'*Atlas der Osterreichischen Alpenseen*, publié par MM. **A. Penck** et **E. Richter**.

Le Secrétaire signale parmi les publications récentes :

1° Une note *Sur le régime glaciaire au Groenland d'après l'ouvrage récent de Von Drygalski* (extrait des *Annales de Géographie*, livraison de novembre 1898), par M. **Maurice Zimmermann**; 2° *Les modifications endomorphes du gabbro du Pallet* (*Loire-Inférieure*), par M. **A. Lacroix**; 3° *Sur le rôle de la sédimentation souterraine dans la constitution du sol d'une partie du département de l'Orne*, par M. **Stanislas Meunier**.

M. Albert Gaudry, en présentant un mémoire de M. **Sauvage**, s'exprime ainsi :

Notre savant confrère de Boulogne, le docteur Sauvage, me prie de faire hommage, en son nom, à la Société géologique, d'un travail, *sur les vertébrés fossiles du Portugal*. Ce travail est une addition intéressante aux belles études que MM. Delgado, Choffat, de Saporta, ont entreprises sur la géologie du Portugal. M. Sauvage décrit les Poissons et les Reptiles du Jurassique et du Crétacé. Dans son mémoire accompagné de plusieurs planches, il signale de nombreux types qu'on n'avait pas encore découverts dans le Sud de la péninsule ibérique ou sur lesquels on n'avait que de vagues renseigne-

ments : Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Téléosauriens, Crocodiliens, Pythonomorphes, Tortues et six genres de Dinosauriens, les uns à station quadrupède, les autres à station bipède. Parmi ces derniers, M. Sauvage indique des carnivores comme le *Megalosaurus* et des mangeurs de végétaux, tels que l'*Iguanodon*. Ainsi, il y avait de grands quadrupèdes sur les terres exondées du Portugal, en même temps que la mer nourrissait de puissants nageurs.

Une des pièces les plus curieuses signalées par M. Sauvage est une vertèbre du Cénomanien semblable à celles qui ont été trouvées dans le Cénomanien à *Exogyra columba* de la Charente et ont reçu le nom de *Cimoliophis*. Elles ont des traits de ressemblances avec celles des Serpents, notamment un corps dont les condyles articulaires sont très petits. Quand on réfléchit qu'en Portugal, ainsi qu'en France, *Cimoliophis* a été rencontré dans un terrain marin et que nulle part ailleurs des Serpents aussi anciens n'ont encoré été découverts, il est naturel de se demander si on n'a point là des vestiges de quelqu'animal adapté à la vie marine, comme les *Pythonomorphes*. La présence de zygosphène sur les vertèbres de *Cimoliophis* ne serait pas un obstacle, car plusieurs *Pythonomorphes* en étaient pourvus. Je viens de soumettre cette supposition à M. le docteur Sauvage qui a une connaissance si approfondie des Vertébrés à sang froid ; personne mieux que lui ne pourra juger si elle a quelque fondement.

M. Boule offre à la Société, au nom de **F. Lahille**, du Musée de la Plata, un mémoire sur un nouveau genre fossile de Scutellidés, le genre *Theringia*. Ce genre paraît être l'ancêtre direct des *Monophora ;* il se relie par le genre *Dendraster* et le sous-genre *Echinarachnius* au genre *Scutella*, tandis que, dans une autre direction, il réunit les Scutellidés aux Clypéastréidés par la tribu des Laganinæ. Autant qu'on puisse en juger dans l'état actuel des études stratigraphiques en Patagonie, les fossiles décrits par M. Lahille ne sauraient remonter plus haut que l'Eocène supérieur et se rapportent probablement à une époque plus récente.

M. **Van den Brœck** fait une conférence *Sur les principales questions de géologie appliquée à l'ordre du jour en Belgique.*

Le Président remercie M. Van den Brœck de sa très intéressante conférence ; en l'entendant parler avec tant de conviction du rôle de la géologie, il s'explique comment la Société belge de géologie, sous l'impulsion de son Secrétaire général, a pu prendre la situation prépondérante qu'elle occupe actuellement en Belgique.

SUR L'AGE DES COUCHES TRAVERSÉES PAR LE CANAL DE PANAMA

par M. **H. DOUVILLÉ.**

Nous avons déjà publié sur ce sujet en 1891, une première note (1), après examen d'une série d'échantillons recueillis et communiqués par M. Canelle, ingénieur de la Compagnie du canal. Tout récemment, M. Hill, le géologue américain bien connu, a publié un important mémoire sur l'histoire géologique de l'isthme (2), à la suite d'une exploration faite sous les auspices de M. Alexandre Agassiz. Vers la même époque notre confrère et ami M. Zürcher communiquait à la Société (3) un premier aperçu des observations qu'il venait de faire sur la constitution de l'isthme de Panama ; il a bien voulu mettre à notre disposition les nombreux échantillons qu'il avait recueillis dans son voyage.

A cette occasion nous avons examiné à nouveau les échantillons qui nous avaient été remis précédemment par M. Canelle ; cette étude comparative nous a permis de faire quelques observations nouvelles, et nous avons été ainsi amené à modifier d'une manière notable nos premières conclusions.

Historique.

1° Dans notre *première note* de 1891, nous avions distingué quatre groupes de couches, se succédant depuis Colon jusqu'à Panama :

I. Le *premier groupe*, comprenant les gîtes fossilifères de Monkey-Hill (kil. 1) et de Mindi (kil. 6), représente un horizon bien connu dans les Antilles et généralement attribué au Miocène. Nous signalerons parmi les fossiles recueillis par M. Canelle dans cette dernière localité un grand *Clypeaster* du groupe du *Cl. placenta*. Au-dessous

(1) *C. R. Ac. Sc.*, 2 mars 1891.

(2) The geological history of the isthmus of Panama and portion of Costa Rica, based upon a reconnaissance made for Alexander Agassiz, by Robert T. Hill (*Bull. of the Mus. of comp. Zool. at Harvard College*, vol. XXVIII, n° 5, juin 1898).

(3) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, p. 425, 20 juin 1898.

viennent se placer les mollasses plus ou moins grossières de Gatun (kil. 9) avec *Turritella tornata* (1).

II. Le *deuxième groupe* comprend les mollasses à nombreuses *Orbitoïdes*, avec *Nummulites* et *Hétérostegines*, de Pena Blanca et Bohio Soldado (kil. 22,6 à kil. 24,36), ainsi que les calcaires à *Orbitoïdes* de San Juan, sur le Haut-Chagres. Ces couches ont été assimilées à l'Oligocène de Wicksburg.

III. Le *troisième groupe* comprend les mollasses plus ou moins fines et les calcaires grossiers qui affleurent dans la vallée du Haut-Chagres, au nord-est du canal jusqu'aux calcaires à *Orbitoïdes* de San Juan, tandis qu'au sud-ouest elles affleurent sur le canal et sur le chemin de fer aux stations de Las Cascadas et d'Emperador (kil. 48 et kil. 51), entre le Chagres et la grande tranchée. Les documents paléontologiques à notre disposition étaient insuffisants pour fixer l'âge de ce groupe de couches ; nous avions cependant indiqué une certaine analogie avec les groupes I et IV, et signalé la présence d'un grand *Clypeaster*.

IV. Le *quatrième groupe* correspond aux grès et schistes lignitifères qui constituent la grande tranchée et affleurent sur le versant du Pacifique. M. Canelle avait bien recueilli quelques échantillons de lumachelle, au pied du Cerro Paraiso (kil. 59, 34) (2) près de Pedro Miguel, mais les fossiles nous avaient semblé peu déterminables, et en l'absence d'indications paléontologiques suffisantes nous avions rapproché ces couches, d'après leur nature minéralogique, du système lignitifère ou Eocène inférieur des Etats-Unis.

Dans ces conditions il nous avait paru naturel de considérer les groupes I, II et IV comme se succédant régulièrement et par ordre d'âge du nord-ouest au sud-est.

2° *Mémoire de M. Hill.* Les fossiles recueillis par M. Hill ont été examinés par M. Dall, et c'est principalement d'après les déterminations de ce dernier, que l'âge des couches a été établi. M. Hill ne paraît pas avoir eu connaissance de notre note de 1891, mais il admet comme nous que les couches se succèdent régulièrement et par ordre d'ancienneté depuis Colon jusqu'à Panama et comme nous aussi, il rapproche du système lignitifère les couches de la grande tranchée et du versant du Pacifique. Mais il arrive à des combinaisons différentes des nôtres au sujet de l'âge des groupes I et II.

(1) Par suite d'un lapsus, ce fossile est dénommé dans la note précitée *Turr. gradata*, par confusion avec une citation faite plus loin de la *Turr. tornata* et *Columbella gradata*, sur la rive gauche du rio Thuyra.

(2) Et non 39, 34 comme il a été imprimé par erreur dans la note du compte-rendu.

Un nouveau point fossilifère est indiqué, celui de Vamos-Vamos (1), immédiatement au nord des couches à *Orbitoïdes* de Pena Blanca. La faune de ces couches étudiée précédemment par Conrad, a pour M. Dall un caractère nettement claibornien et appartient par suite à l'Eocène supérieur ; il en résulte que les couches à *Orbitoïdes* inférieures aux précédentes (d'après M. Hill) doivent également être rangées dans l'Eocène. Quant aux couches plus élevées de Mindi, elles sont placées encore dans l'Eocène supérieur et Monkey-Hill devient de l'Oligocène. Pour M. Dall ces couches représentent bien toujours le *soi-disant miocène* des Antilles, mais l'ensemble de toutes ces couches est transporté dans l'Oligocène, comme cet auteur l'indique formellement dans une note (2) publiée vers la même époque : « des études récentes ont montré, dit-il, que toutes ces » couches, *y compris celles de Bordeaux*, doivent être rapportées à » l'Oligocène », et quelques lignes plus loin « il n'existe pas dans » la région des Antilles de couches strictement miocènes ».

Sans doute la partie inférieure des couches du Bordelais qui constitue l'Aquitanien, est en effet rangée dans l'Oligocène, mais la majorité des faluns de cette région est plus récente et appartient au Miocène typique, Burdigalien (Sancats, Léognan) et Helvétien (Salles). Nous verrons plus loin que les couches fossilifères de l'isthme de Panama (groupe I) doivent être également rattachées au terrain miocène, tandis que les couches à *Orbitoïdes* représentent bien l'Oligocène supérieur, comme on l'avait toujours pensé. Quant aux couches de Vamos-Vamos, il paraît, au moins pour le moment, exister un désaccord entre les indications stratigraphiques qui d'après M. Hill, placent ces assises au-dessus des couches à *Orbitoïdes*, c'est-à-dire dans le Miocène, et les indications paléontogiques qui (d'après Conrad et M. Dall) tendent à les rapprocher de l'Eocène. Ce point ne pourra être complètement éclairci que par de nouvelles études ; mais la position de ce gisement dans le voisi-

(1) Ces couches sont indiquées dans le rapport de M. Chaper, publié en 1890 (Commission d'études instituée par le liquidateur de la compagnie universelle, Rapport VI, Description géologique des terrains traversés par le canal, sans nom d'auteur); on y lit p. 7 : « Au kil. 20, sur une centaine de mètres, l'affleurement » des calcaires noirs fossilifères de Vamos-Vamos vient traverser la fouille (du » canal) et y créer un rapide. Les couches sont fortement relevées et montrent » leurs tranches : c'est le seul exemple que nous devions trouver sur tout le » parcours de roches sédimentaires aussi redressées ». Rappelons que Gatun est au kil. 10 et que les marnes à Orbitoïdes de Pena Blanca commencent au kil. 22.

(2) Description of tertiary fossils from the antillean region par Lechmere Guppy and W. H. Dall (*Proc. of the U. S. nat. Mus.*, vol. XIX, p. 303-331, 1896).

nage immédiat des couches à *Orbitoïdes* et au-dessous du niveau de Gatun rend possible son rattachement stratigraphique soit au groupe inférieur, soit au groupe supérieur.

En résumé, on voit que la succession des couches indiquée par MM. Hill et Dall est bien d'accord avec les conclusions de la note que nous avions précédemment publiée; les différences au sujet de l'âge absolu des couches dépendent de la solution d'une question beaucoup plus générale et du parallélisme à établir entre les formations des Antilles et celles de l'Europe. Une nouvelle étude, tant des échantillons recueillis par M. Zürcher que de ceux qui nous avaient été précédemment communiqués par M. Canelle, est venue confirmer les rapprochements signalés autrefois entre les couches de ces deux régions; mais elle nous a montré en même temps que la succession des couches telle qu'elle avait été admise par M. Hill et par nous était inexacte. Nous allons passer en revue successivement ces différents points.

Couches du Haut-Chagres

En examinant les échantillons recueillis dans cette région par M. Zürcher, nous avons remarqué plusieurs spécimens d'un grand *Pecten* lisse, à côtes internes, appartenant au genre *Amussium*. D'après la disposition des côtes internes, la forme du Haut-Chagres se rapportait à une espèce caractéristique du Miocène du bassin de Vienne que Hörnes a rapproché du *Pecten cristatus*. M. Depéret, à qui les échantillons ont été soumis, a bien confirmé ce rapprochement, mais a fait observer que cette espèce se rencontrait déjà dans l'Aquitanien de Carry, qu'elle était différente du *P. cristatus*, type caractéristique du Pliocène, et qu'elle devait être rapportée au *P. subpleuronectes* d'Orb. Ce fossile est du reste associé, dans l'isthme de Panama, comme à Carry, avec de grands *Mytilus* du groupe du *M. Michelini* Math. Mais sur les bords du Chagres ces fossiles sont associés à de grands *Clypeaster*, voisins du *Cl. placenta*, formes qui n'apparaissent que dans le Miocène, et en outre les couches qui renferment ces fossiles viennent s'appuyer au nord-est, à San Juan, de même qu'au sud-ouest, au four à chaux près d'Emperador (M. Hill) sur les calcaires à *Orbitoïdes* qui sont certainement d'âge oligocène, comme nous le verrons plus loin. Les indications paléontologiques et stratigraphiques sont donc ici tout-à-fait concordantes et montrent que les calcaires à *Pecten subpleuronectes* du Haut-Chagres sont miocènes et probablement *burdigaliens*. Dans ces

conditions ces couches qui constituent notre groupe III, doivent représenter la partie inférieure du groupe I ; et en effet on retrouve à Gatun des lumachelles à grands *Mytilus* qui rappellent tout-à-fait les mollasses du Haut-Chagres et comme nouvelle confirmation, M. Zürcher a recueilli dans ces dernières couches la *Turritella tornata*, dont nous avons précédemment signalé la présence à Gatun. Rappelons en outre que les grands *Clypeastres* se rencontrent également dans le groupe I.

Le *Pecten subpleuronectes* paraît assez fréquent dans les couches du Haut-Chagres et il se retrouve jusque dans les calcaires grossiers de la station d'Emperador, bien différents des calcaires à *Orbitoïdes* et *Nummulites* signalés par M. Hill, dans le voisinage, à l'ancien four à chaux.

Couches du Versant pacifique

Nous avons examiné à nouveau les échantillons de la collection Canelle, provenant du pied du Cerro Paraiso (kil. 59, 34) (1), près de Pedro Miguel. Un de ces échantillons renfermait de nombreux petits galets très roulés et de forme lenticulaire ; nous avons reconnu à leur surface quelques traces d'organisation et une section pratiquée dans une direction convenable nous a permis de reconnaître que ces galets n'étaient autre chose que des *Orbitoïdes* roulées, appartenant à l'espèce qui est si abondante à Pena Blanca. Ces couches étaient donc *postérieures aux couches à Orbitoïdes*, au lieu d'être plus anciennes comme nous l'avions supposé dans notre premier travail.

Mais si les couches de notre groupe IV étaient plus récentes que les couches à *Orbitoïdes* elles devaient alors appartenir au même système que celles du Haut-Chagres ; nous en avons acquis bientôt une preuve directe en retrouvant le *Pecten subpleuronectes* dans les lumachelles de Pedro Miguel.

Résumé

Il ne paraît donc exister dans l'isthme de Panama que deux systèmes de couches :

1° Un système inférieur comprenant des couches à *Orbitoïdes*, *Nummulites* et *Heterostegina* comprenant les couches marneuses de

(1) Et non 39, 34 comme il a été imprimé par erreur dans la note du 2 mars 1891 (*C. R. Ac. Sc.*).

Pena Blanca caractérisées par de très nombreuses Orbitoïdes de la grosseur d'une petite lentille, et les calcaires blancs de San Juan avec Orbitoïdes de grande taille; il est probable qu'il faut rapprocher de ces derniers les calcaires anciennement exploités pour pierre à chaux près de la station d'Emperador et signalés par M. Hill ;

2° Un système supérieur comprenant des calcaires grossiers et des mollasses plus ou moins fines avec *Pecten subpleuronectes, Turritella tornata* et grands *Clypeaster ;* par sa faune, ce système supérieur appartient certainement au Miocène, les couches du Haut-Chagres paraissent d'âge burdigalien, mais celles de Monkey-Hill sont peut-être plus récentes et d'âge helvétien.

Ces couches du système supérieur ont remanié sur certains points (Pedro Miguel) les fossiles du système inférieur ; il est donc possible qu'il existe une discordance entre les deux systèmes de couches, analogue à celle qui a été observée dans le Vicentin par M. Munier-Chalmas entre les couches à Orbitoïdes aquitaniennes et les sables burdigaliens à Clypéastres. Mais nous n'avons aucune indication sur la valeur et l'étendue de cette discordance.

Un point restait encore à examiner : était-il possible de préciser l'âge des couches à *Orbitoïdes* et jusqu'à quel point ces fossiles pouvaient-ils donner des indications paléontologiques certaines ? Pour répondre à ces questions il était nécessaire d'examiner à nouveau l'ensemble des fossiles communément désignés sous le nom d'*Orbitoïdes.*

Des Orbitoïdes en général

Historique. — Le genre *Orbitoïdes* figure pour la première fois dans une lettre de d'Orbigny à Lyell, en date du 18 juin 1847, insérée dans le *Quarterly Journal* (1) : l'auteur indique seulement qu'il a donné ce nom à un groupe de fossiles comprenant l'*O. media,* l'*O. papyracea* et l'*O. americana* (*O. Mantelli* Morton) à cause de ses analogies avec *Orbitolina* ; il l'a ensuite nettement défini en 1849, dans le premier volume du Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique, où cinq figures sont consacrées à la représentation de l'*Orbitoïdes media* : deux de ces figures représentent le réseau à mailles rhombiques des cellules du plan médian qui, dans son ensemble, simule une sorte de guillochage ; ces figures sont du reste reproduites dans le second volume du même ouvrage,

(1) *Quart. journ. of Geol. Soc.*, vol. IV, p. 12.

paru en 1852 (le seul dont Carpenter paraît avoir eu connaissance).

D'après le prodrome (1850), l'*Orbitoïdes media* appartient à la craie supérieure et est citée à Royan, Languais et Maëstricht. Ce fossile avait été précédemment décrit par d'Archiac comme appartenant au genre *Orbitolites*, mais il était connu bien antérieurement et, en 1823, dans le Dictionnaire des Sciences naturelles, Defrance l'avait rapporté au genre *Lycophris* de Montfort, genre du reste à peu près méconnaissable (1); il est curieux de constater avec quelle sagacité cet auteur avait, dès cette époque, groupé les diverses espèces qu'il connaissait; c'est ainsi qu'il cite l'espèce de Mérignac en la rapprochant du type de Montfort, *L. lenticularis*, celle de Maëstricht, *L. lentiformis* (Fortis sp.), différant de la précédente par ses tubercules superficiels beaucoup plus petits et enfin l'espèce du midi de la France (Mirambeau) à laquelle il donne le nom de *Lycophris Faujasi*.

En 1837, J. de C. Sowerby avait cité et figuré deux nouvelles espèces de *Lycophris* de l'Inde, *L. ephippium* et *L. dispansus;* une des figures de la première de ces formes montre d'une manière tout à fait remarquable la constitution interne et indique à la fois les loges rectangulaires de la couche médiane et les chambres latérales.

En 1847 et 1849, d'Orbigny ne paraît pas avoir connu les travaux que nous venons de citer, et il ne mentionne que des espèces nouvellement établies par d'Archiac (*media* et *submedia*), par Boubée (*papyracea*) et par Michelin (*Pratti*) et attribuées à tort par ces auteurs au genre *Orbitolites*.

Le 2 mai 1849, Carpenter présentait à la Société géologique de Londres (2), un mémoire tout à fait fondamental pour la connaissance du genre *Orbitoïdes*, mais les espèces qu'il figure sont toutes tertiaires : *O. Mantelli* Morton, avec ses loges médianes arrondies ou hexagonales, *O. Pratti* et *O. dispansus* avec des loges rectangulaires; une autre espèce, avec des loges également rectangulaires et provenant aussi de l'Inde, est indiquée comme non décrite (3).

On voit donc que dès l'année 1850 on connaissait d'une manière très précise la constitution des Orbitoïdes crétacés par les travaux

(1) Notre confrère, M. Gustave Dollfus, pense même que ce genre a été établi par Montfort pour une Nummulite.

(2) Ce travail a paru en 1850 dans le volume VI du *Quarterly Journ.*, p. 32 (On the microscopic structure of *Nummulina*, *Orbitolites* and *Orbitoïdes*).

(3) Ces figures sont reproduites en 1862 dans son grand ouvrage, l'Introduction à l'étude des Foraminifères, avec cette seule modification que les échantillons non dénommés dans son premier mémoire sont rapportés à l'*O. Fortisi* d'Arch.

de d'Orbigny et celle des Orbitoïdes tertiaires par les descriptions de Sowerby et de Carpenter.

Il faut aller ensuite jusqu'en 1868 pour rencontrer de nouvelles observations originales : Gumbel (1) figure la section médiane d'un grand nombre d'espèces d'Orbitoïdes tertiaires et répartit ceux-ci en cinq sous-genres : les quatre premiers ont des loges médianes rectangulaires :

I. *Discocyclina*, forme lenticulaire, surface lisse ou granuleuse, loges médianes non subdivisées à la périphérie (*papyracea* Boubée, de Biarritz, *ephippium*, *dispansa* et plusieurs espèces nouvelles).

II. *Rhipidocyclina*, loges subdivisées à la périphérie (plusieurs espèces nouvelles et *O. karakaiensis* d'Arch.).

III. *Aktinocyclina*, surface ornée de côtes rayonnantes bifurquées (*radians*, *patellaris*, etc.).

IV. *Asterocyclina*, côtes rayonnantes peu nombreuses et se prolongeant sur le bord en formes d'épines (*stellata* d'Arch., etc.).

Le cinquième sous-genre, au contraire, a des loges médianes arrondies.

V. *Lepidocyclina*, comprenant l'*O. Mantelli* Morton, l'*O. dilatata* Michelotti, et une espèce nouvelle du Miocène de Bordeaux, *O. burdigalensis* Gümbel.

Enfin, dans son mémoire sur le Vicentin, M. Munier-Chalmas a proposé plus récemment (2), de réunir dans le genre *Orthophragmina* toutes les espèces d'Orbitoïdes qui ont des loges médianes de forme rectangulaire.

D'après ces divers travaux, le groupe des Orbitoïdes se trouve divisé en trois genres :

1. *Orbitoïdes*, sensu stricto, à réseau médian rhombique ayant pour type *O. media*, du Dordonien ; les loges sont limitées en avant par un arc de cercle et en arrière par deux demi-arcs de cercle semblables, appartenant aux deux loges précédentes.

2. *Orthophragmina*, à loges rectangulaires, comprenant un grand nombre d'espèces du Nummulitique.

3. *Lepidocyclina*, pour les formes à loges médianes arrondies ou hexagonales (3), type *O. Mantelli*.

(1) Beitr. zur Foraminiferen Fauna der nordalpinen Eocän Gebilde.

(2) *Etude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin*, 1891 (thèse pour le doctorat), p. 18.

(3) La forme des loges de la couche médiane dans *Lepidocyclina* ressemble beaucoup à celle des *Orbitoïdes* crétacés; on peut dire cependant qu'en général les loges des espèces de l'Oligocène sont plus allongées dans la direction du rayon et plus resserrées transversalement; il résulte même de ce resserrement trans-

Examinons de plus près la répartition dans le temps des espèces appartenant à ces trois genres :

Le *Lepidocyclina Mantelli* est considéré depuis longtemps comme caractérisant l'Oligocène des Etats-Unis, et il a été souvent cité dans les assises inférieures du Tertiaire de l'île de Malte qui, d'après les travaux les plus récents, appartiendraient à l'étage tongrien.

Le *L. dilatata* est une espèce indiquée par Gümbel comme appartenant au Miocène inférieur du Piémont. D'après les renseignements qui m'ont été obligeamment donnés par M. Sacco, cette espèce serait caractéristique du Tongrien.

La troisième espèce de Gümbel, *L. burdigalensis* a été plus difficile à identifier; elle n'avait pas été figurée par Gümbel, mais, sur notre demande, M. Zittel a eu l'obligeance de nous envoyer les types même de l'espèce, provenant de la collection Munster et portant simplement l'indication « Bordeaux, Dax ». Mettant à profit la mention faite autrefois par Defrance de la localité de Mérignac, notre confrère M. Fallot a bien voulu faire des recherches dans sa collection et il a pu nous communiquer des échantillons provenant de l'*Aquitanien* de Mérignac et identiques aux types de Gümbel (1).

Les trois espèces connues de *Lepidocyclina* appartiennent donc toutes à l'Oligocène (Tongrien et Aquitanien), mais jusqu'à présent ce genre n'avait pas été signalé dans les couches de même âge du Vicentin où M. Munier-Chalmas ne citait que des *Orthophragmina*. Mis au courant de ces recherches, notre confrère a examiné à nouveau les Orbitoïdes de l'Aquitanien d'Isola di Malo et a pu recon-

versal qu'elles ont souvent une tendance à prendre une forme hexagonale : c'est le cas notamment pour le *Lepidocyclina Mantelli* et pour la petite espèce de Pena Blanca et de Pedro Miguel. Mais dans les formes de l'Aquitanien supérieur du Bordelais et du nord de l'Italie, les mailles du réseau médian sont à peu près rhombiques comme celles des Orbitoïdes crétacés, seulement la courbe qui les limite en avant est plus surélevée et d'apparence ogivale; le nucleus central est toujours biloculaire, tandis qu'il est multiloculaire dans les Orbitoïdes du groupe de la *papyracea* (= *gensacica*).

(1) M. Raulin avait cité précédemment (*B. S. G. F.*, t. XIX, p. 8, 3 nov. 1890) des Orbitoïdes dans des faluns qui s'étendent à l'ouest de Gaas et au nord de Peyrehorade : grâce à des préparations de notre confrère et ami, M. Schlumberger, nous venons de constater que ces Orbitoïdes appartiennent à deux espèces différentes et sont toutes deux des *Lepidocyclina* ; la plus grande de ces espèces, qui atteint un diamètre de 30 millim. environ, provient de la marnière de Peyrère (2 kil. 5 au nord de Peyrehorade) et nous a paru identique au *Lep. Mantelli ;* la seconde beaucoup plus petite provient de St-Etienne-d'Orthe et est très voisine de *L. burdigalensis*. M. Raulin a considéré ces faluns comme appartenant au Miocène supérieur ; mais il nous paraît infiniment probable qu'une partie au moins de ces couches doit appartenir à l'Aquitanien (*Note ajoutée pendant l'impression*).

naître qu'elles appartenaient toutes au genre *Lepidocyclina*. Cette constatation avait une double importance, elle nous fournissait d'abord un nouvel exemple du développement de ce genre dans l'Aquitanien et en second lieu elle nous montrait que les *Orthophragmina* restaient cantonnés dans l'Eocène.

En étendant cette révision à l'étude des formes de la craie il nous a été facile de constater que les Orbitoïdes de Gensac (*O. papyracea* =*gensacica* et *O. socialis* (1) et celles des couches à *Hipp. cornucopiæ* de la Sicile présentaient un réseau médian disposé exactement comme dans l'*O. media ;* elles s'en différencient seulement par un noyau multiloculaire, tandis qu'il paraît beaucoup plus simple dans l'espèce de Royan.

On voit donc en résumé que les trois genres *Orbitoïdes* (s. str.), *Orthophragmina* et *Lepidocyclina* caractérisent respectivement la Craie supérieure, l'Eocène et l'Oligocène.

Les Orbitoïdes des Antilles

Les Orbitoïdes ont été très souvent cités dans le terrain tertiaire de la région des Antilles, mais les seules indications précises que nous possédons sur ces fossiles, se réduisent en réalité à deux courtes notes de Rupert Jones remontant à 1863 et 1864 (2). Dans la première, il donne le résultat de l'examen qu'il a fait d'un morceau de calcaire à *Orbitoïdes* et *Nummulites* provenant de la Jamaïque. « Les Orbitoïdes, dit-il, sont semblables à ceux de la craie supé-
» rieure du sud de la France et des Pyrénées et à ceux des couches
» nummulitiques de l'Inde (*O. media*, *O. dispansa*), tandis que les
» Nummulites se rapprochent des *N. perfora* et *N. Rouaulti*. Les Orbi-
» toïdes ne sont du reste pas confinés dans les calcaires noduleux
» du Nummulitique, mais ils descendent jusque dans les calcaires
» crétacés à *Barrettia* et les variétés mince (*O. papyracea*) et épaisse
» (*O. Fortisi*) y sont toutes deux fréquentes ».

Dans la deuxième note, il ne s'occupe plus que des formes tertiaires et il signale dans les couches à *Nummulites* de grands *Orbitoïdes* plats de 8 mm. de diamètre sur 2 mm. d'épaisseur qu'il rapproche de *O. Mantelli* du tertiaire de l'Alabama, et d'autres, plus

(1) Leymerie. Sur un nouveau type pyrénéen. *Mém. Soc. Géol. Fr.* 2e série, t. IV, p. 190, pl. A, 2, 3 et 5.

(2) On some Nummulinæ and Orbitoïdes from Jamaica. *Quart. Journ.*, t. XIX, p. 514. — The relationship of certain West Indian and Maltese strata, as shewn by some Orbitoïdes and other Foraminifera. *Geol. mag.* Dec. I, vol. 1, p. 102-106.

petits, lenticulaires qui lui paraissent devoir être rapportés soit à l'*O. dispansus* de l'Inde, soit à l'*O. Fortisi* (1). L'auteur ajoute avec beaucoup de sagacité que par la forme cylindrique des loges (de la couche médiane), cette petite forme se rattache également au groupe de l'*O. Mantelli*. R. Jones ajoute qu'il a trouvé des formes identiques dans le Tertiaire de Malte et que les échantillons de la Jamaïque, de Malte, ainsi que ceux d'Antigua, sont de moins grande taille que ceux de l'Alabama.

Deux années plus tard, en 1866, Rupert Jones signale à l'île de la Trinité de nombreux petits Orbitoïdes de forme lenticulaire, ayant environ 3 mm. de diamètre sur 1 mm. 1/2 d'épaisseur au centre.

En 1866, Conrad donne une liste des fossiles invertébrés de l'Eocène et de l'Oligocène du nord de l'Amérique ; il cite dans l'Eocène supérieur (Jackson group) l'*O. Mantelli* et à un niveau supérieur, dans l'Oligocène, l'*O. supera* Conrad ; malheureusement, nous n'avons retrouvé aucune description de cette dernière espèce, qui n'a du reste pas été citée depuis.

En 1869, Sawkins publie une description géologique de la Jamaïque, avec appendice paléontologique par Rob. Etheridge. Ce dernier mentionne seulement les *O. Mantelli* Morton, *O. dispansa* Sow., tous deux dans le Miocène, et ces indications sont conformes à la seconde note de Rupert Jones. Par contre, dans la table générale des fossiles, Sawkins donne les quatre noms d'espèces mentionnés dans la première note de R. Jones et les place tous quatre dans le terrain crétacé : *O. Forbesi*, *O. papyracea*, *O. media*, *O. dispansus*. Seulement *O. Fortisi* est remplacé par *O. Forbesi ;* comme aucune allusion à cette nouvelle dénomination n'est faite dans la partie paléontologique, il est très vraisemblable qu'il s'agit là d'*une simple faute d'impression*. Ce qui montre bien du reste que c'est la seule explication possible, c'est que ce nom nouveau de *O. Forbesi* ne figure pas dans la note plus récente publiée par Rupert Jones (en 1876) sur les Foraminifères vivants et fossiles de la Jamaïque (2).

Dans ce nouveau mémoire, les auteurs signalent dans la Craie à Hippurites deux formes d'Orbitoïdes : l'une mince, *O. papyracea* Boubée, et l'autre épaisse, rapportée avec doute à l'*O. Fortisi*. Au-dessus, dans le calcaire noduleux du Miocène, ils citent l'*O. Mantelli* et l'*O. dispansus*. Un peu plus loin, on retrouve dans une

(1) Il est assez difficile de comprendre pour quelle raison les échantillons petits et renflés sont rapprochés de *O. Fortisi*, qui est une espèce tout à fait mince (*Mém. Soc. Géol.*, 2e série, t. III, p. 404, pl. VIII, fig. 10, 11, 12).

(2) Rupert Jones et W. K. Parker. *Ann. Soc. Mal. Belgique*, t. XI, 1866, p 91.

liste de fossiles les quatre espèces précédentes auxquelles il a ajouté *O. media*. Ce sont toujours les mêmes noms que ceux qui avaient été cités dans les notes précédentes, placés de la même manière, les uns dans le Crétacé, les autres dans le Tertiaire. Enfin, il signale avec les Orbitoïdes, dans les couches à la base des calcaires blancs, l'*Heterostegina depressa* qui se rencontre également à Malte.

Malgré l'apparition toute accidentelle de l'*O. Forbesi*, ce nom n'en a pas moins été reproduit par tous les géologues postérieurs.

En 1874, Guppy (1) signale dans le Miocène de la Jamaïque *O. Mantelli*, *O. dispansus*, *O. media*, *O. papyracea* et *O. Forbesi*, avec *Heterostegina depressa* et *Nummulites Ramondi*; en 1892, le même auteur (2) signale dans le Tertiaire de la Trinité les mêmes Foraminifères avec cette indication que les *O. dispansa*, *papyracea*, *media* et *Forbesi* sont des variétés de l'*O. Mantelli* ! !

Aussi ne peut-on pas s'étonner outre mesure de voir dans le rapport de M. Hill sur l'exploration de l'isthme de Panama (1898), l'Orbitoïde, si abondant dans les couches de Pena Blanca, être désigné aussi sous le nom de *Orbitoïdes Forbesi* ! Mais, en outre, ce nom d'espèce est attribué à Carpenter.

Conclusion. — Il ressort de cette trop longue analyse que les Orbitoïdes de l'Oligocène des Antilles n'ont jamais été ni étudiés complètement, ni dénommés. Si on laisse de côté les noms de *media*, *papyracea* et *Fortisi* (ou *Forbesi*) qui ont été originairement appliquées à des espèces crétacées, il ne reste pour les espèces tertiaires que les noms de *Mantelli* pour les formes grandes et minces et de *dispansus* pour les formes petites et renflées. Nous retrouvons ces deux formes dans l'isthme de Panama : la première dans les calcaires de San Juan, la seconde dans les marnes de Pena Blanca; la grande forme est certainement voisine de l'*O. Mantelli*; comme elle, elle appartient certainement au genre *Lepidocyclina*, mais elle me paraît bien plus épaisse et surtout plus granuleuse que l'*O. Mantelli*, de telle sorte que l'identification spécifique des deux formes nous semble très douteuse.

Quant à la petite forme, et conformément à l'observation très juste faite par R. Jones en 1864, les loges du plan médian sont très nettement arrondies, ou, plus rigoureusement, hexagonales, et par suite cette forme appartient également au genre *Lepidocyclina*; il ne peut donc être question de la rapprocher de *O. dispansus* qui, comme l'a indiqué Gümbel, est un *Orthophragmina*.

(1) *Geol. Mag.*, 1874, p. 405-411 et 433-446. On the West indian tertiary fossils.
(2) Tertiary microzoic formation of Trinidad. *Quart. Journ.*, vol. 48, p. 519.

Le seul point à retenir de cette longue discussion, c'est que les *Orbitoïdes* de l'isthme de Panama, bien que n'ayant pas encore d'état civil régulier, appartiennent incontestablement au genre *Lepidocyclina*, et que, par suite, comme nous l'avons vu plus haut, les couches qui les renferment doivent être rangées dans l'Oligocène ; ces Orbitoïdes sont du reste associées à des *Nummulites* et à des *Héterostégines*; c'est une association qui est habituelle à ce niveau.

Conclusions.

Les couches qui constituent l'isthme de Panama forment deux systèmes distincts : le plus ancien est représenté par les couches à Orbitoïdes (*Lepidocyclina*) renfermant en outre de petites *Nummulites* et des *Heterostegina*. Il affleure en différents points au centre de l'isthme et comprend à la base des calcaires à *Lepidocyclina Mantelli* (San Juan, four à chaux de la station d'Emperador ?) et au sommet des marnes glauconieuses à petits *Lepidocyclina* lenticulaires (Pena Blanca). Ces couches représentent l'*Oligocène*.

Au-dessus et ravinant plus ou moins profondément les couches sous-jacentes, on distingue un puissant ensemble de mollasses marines coquillières à grain plus ou moins grossier, avec couches à empreintes végétales et lits de lignite, qui affleure à la fois sur le versant de l'Atlantique, dans la vallée du Haut-Chagres et sur le versant du Pacifique. Ces couches sont caractérisées par le *Pecten subpleuronectes*, la *Turritella tornata* et de grands *Clypeaster*. Leur âge est incontestablement *Miocène*.

Des couches analogues se retrouvent dans toute l'étendue des Antilles : l'association des *Orbitoïdes* et des *Nummulites* a été signalée à Cumana sur la côte nord du Venezuela, et dans les îles d'Antigua, de la Jamaïque, d'Haïti, d'Anguilla et de la Trinité. Les mollasses miocènes sont très développées partout; en particulier, nous avons signalé la *Turritella tornata* dans l'isthme de Darien, le type provient de Cumana, et M. Cossmann en a reçu plusieurs échantillons de la Martinique.

Dans toute cette zone et pour les couches que nous venons d'étudier, le parallélisme est complet avec la région méditerranéenne et en particulier avec Malte et le Vicentin. A la base, on a signalé dans les Antilles, depuis longtemps, des couches qui présentent les mêmes espèces de polypiers que le Tongrien de Castel-Gomberto ; au-dessus, ou faisant partie du même système, se trouvent les couches à *Lepidocyclina* rappelant les couches inférieures de

Malte, le Tongrien du Piémont et l'Aquitanien du Vicentin. Ces assises sont recouvertes dans les deux régions par des mollasses marines à *Pecten subpleuronectes* et à *Clypeaster*.

Le parallélisme est peut-être plus complet encore, puisque M. Guppy a figuré comme provenant de la Trinité et sous le nom de *Spirorbis* (Quart. Journ. Vol. XXII, pl. 20, fig. 10), un fossile qu'il nous paraît difficile de distinguer de la *Serpula spirulea*; il a figuré également un *Ranina* et on sait que ce genre est très fréquent dans l'Eocène méditerranéen; en outre, M. Vaughan Jennings a signalé également dans cette île la présence d'un *Orthophragmina* (Quart. Journ. Vol. XLVII, p. 541). Si ces différentes déterminations étaient confirmées, il existerait encore dans cette région de l'*Eocène à faciès méditerranéen*.

Quoiqu'il en soit de ce dernier point il n'en est pas moins très intéressant de retrouver aux époques Miocène et Oligocène, entre la région des Antilles et la région méditerranéenne, des analogies de faciès tout aussi caractérisées que celles que nous avons déjà signalées (1) à diverses périodes de la formation crétacée (couches à *Placenticeras Uhligi*, Craie supérieure à *Orbitoïdes*).

M. **Marcel Bertrand** dit qu'à la suite des études paléontologiques que M. Douvillé vient d'exposer, des études pétrographiques de MM. Termier et Cayeux et des études stratigraphiques de M. Zürcher, il a pu, avec M. Zürcher, dresser une coupe de l'isthme qui résume toutes ces données; une roche éruptive (roche de Gamboa) accompagnée de brèches où M. Douvillé a trouvé des Nummulites, forme un anticlinal central, au nord de l'arête de partage qui est constituée par des coulées andésitiques plus récentes. Sur le versant pacifique de cet anticlinal, d'ailleurs très peu accentué, l'Aquitanien est ligniteux et saumâtre, et le Miocène inférieur est en grande partie représenté par des tufs trachytiques, qui dominent aussi dans la région correspondant au sommet de l'anticlinal. M. Bertrand ne croit pas qu'il y ait nulle part de *discordance*.

M. **G. Dollfus** fait connaître que notre confrère, M. Cossmann, a reçu récemment d'un correspondant à la Martinique des fossiles très intéressants, parmi lesquels il a pu reconnaître la *Turritella tornata*, fossile qui paraît caractéristique du Miocène des Antilles et dont M. Douvillé vient de retrouver divers gisements dans les travaux du canal de Panama.

(1) *B. S. G. F.*, t. XXVI, p. 386 et suiv.

REMARQUES SUR LA GÉOLOGIE DES TERRAINS ANCIENS DU PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE

par M. G. MOURET.

(PLANCHE XII).

Le moment n'est assurément pas venu de chercher à synthétiser toutes nos connaissances sur la géologie du Plateau Central. A l'exception des terrains volcaniques et sédimentaires, trop de lacunes subsistent encore qui ne seront pas comblées avant longtemps. Je désire seulement appeler l'attention sur quelques traits généraux de la géologie des terrains anciens et insister sur les principes qu'il y a lieu d'appliquer à l'étude de ces terrains.

J'ai déjà, il y a plusieurs années (1), signalé l'existence de failles limitatives du Plateau Central, de St-Martin-le-Pin (Dordogne), à Figeac (Lot), failles que prolonge, au sud, la grande fracture de Villefranche, reconnue par Boisse. J'en ai conclu que le bord du Plateau Central ne formait pas, comme l'avaient cru les anciens auteurs, le rivage des dépôts secondaires, que ces dépôts avaient dû s'étendre sur le plateau, fait déjà signalé par M. Fabre, et que le sud-ouest du Plateau Central remplit, relativement au bassin affaissé de l'Aquitaine, le rôle d'un horst.

Mais il ne s'agit là que d'un épisode relativement récent, épisode auquel ce massif central doit son contour et son relief actuels. Aujourd'hui mes remarques porteront sur la constitution intérieure du Plateau et sur des particularités qui datent d'une époque reculée.

La première de ces particularités, la plus nette, est la *faille d'Argentat*, qui traverse une grande partie du Plateau Central, du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

(1) *Feuilles de Tulle, Brive. — Carte géologique de la Dordogne. — Mémoire sur le bassin houiller et permien de Brive. — Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et St-Ceré*, etc. — Voir aussi la carte schématique annexée à une note de notre savant confrère, M. Glangeaud : Sur un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France (*C. R. Ac. Sc.*, 1898, n° 23). Cette carte résume ce qui avait été déjà publié de la région, avec quelques faits déjà observés par Marrot. Je ne saurais m'associer à la conclusion de M. Glangeaud sur l'origine de la faille de Meyssac, qui est bien une fracture d'effondrement.

Depuis 1890, époque à laquelle, pour la première fois, j'abordais l'étude des terrains cristallins et je discernais quelques-uns des éléments de la faille, mes explorations, graduellement poursuivies, m'ont permis de constater son étendue et son importance, et j'ai pu la tracer depuis St-Cirgues (Lot) jusqu'à Lestivalerie, près de Domps (Haute-Vienne). De son côté, M. Le Verrier, sur le restant de la feuille de Limoges, en a tracé quelques fragments, et M. Glangeaud vient de vérifier le prolongement de la faille à Bourganeuf, comme je l'avais prévu. Il est même probable, d'après les cartes de Mallard, qu'elle s'étend jusqu'à Bosmoreau, et là, ou bien elle se retournerait vers le sud-est, dans la direction de Felletin, ou bien elle croiserait ou décrocherait une autre fracture dirigée du Dorat sur Felletin.

En résumé, la faille d'Argentat s'étend au moins sur 160 kilom. de longueur, depuis Bosmoreau jusque vers Maurs et, à ce titre, elle doit être considérée comme l'un des plus grands accidents qui aient joué un rôle dans l'histoire géologique du Plateau Central.

La faille d'Argentat, dans la région où je l'ai étudiée, est nettement accusée par la topographie et elle délimite deux terrains essentiellement distincts : à l'est, des schistes sériciteux et des micaschistes, dirigés à peu près suivant la faille ; à l'ouest, des arkoses, des quartzites et des schistes chloriteux, le tout en bancs obliques par rapport à la faille.

Sur la feuille de Limoges, la faille est plus ou moins masquée par l'extension des granites d'un âge plus récent, mais là où ces granites n'existent pas, la faille sépare toujours des terrains arénacés de terrains schisteux.

La faille d'Argentat présente cette particularité d'être jalonnée par un chenal houiller sur tout son parcours, chenal dont quelques-uns des dépôts subsistent encore (houiller de St-Chamans, de l'Hospital, de Bourganeuf, de Bosmoreau, d'Aubusson).

Ce n'est pas là le seul chenal houiller du Plateau Central. Je rappellerai ce long chenal houiller très étroit qui, traversant le Plateau Central sur presque toute son étendue, débute à St-Mamet (Cantal) et se termine à Moulins (Allier) après un parcours de plus de 225 kilomètres. Peut-être ce chenal se prolonge-t-il au sud sur Decazeville ; au nord, M. Munier-Chalmas a supposé que, décroché par la faille du Forez, il se poursuivrait par les bassins de Bert et de Blanzy.

On n'a signalé aucun lien entre ce *chenal de Mauriac* et la distribution des différents terrains cristallins qu'il traverse, sauf dans la région étudiée par M. de Launay, au nord du Plateau Central. Il

existe entre les terrains séparés par le chenal sur la feuille de Moulins, une différence d'allure et dans les granites une différence de structure qui, à mon avis, dénote l'existence d'une faille. Plus au sud, les contours rectilignes des massifs de granite et les longues et étroites traînées schisteuses qui, comme en Bohême, séparent ces massifs, sont d'autres indices d'une fracture ancienne. Je suis donc très porté à croire que, de même que le chenal d'Argentat jalonne une faille ancienne qui a prédéterminé son creusement, le chenal de Mauriac jalonne une autre faille ancienne, encore plus importante, auquel il doit indirectement son origine.

Il est probable que la faille d'Argentat et la faille de Mauriac se soudent vers Maurs, mais mes explorations ne se sont pas encore étendues jusque là, faute de temps.

Quoi qu'il en soit, ces deux grandes lignes de fracture divisent le Plateau Central en trois secteurs, dont l'origine commune est vers Maurs.

Ce que j'ai maintenant à signaler et ce qui constitue une particularité très remarquable de la géologie du Plateau Central, c'est que ces trois secteurs diffèrent profondément au point de vue géologique et que les failles en question, non seulement séparent des terrains différents, comme des failles quelconques, mais qu'elles délimitent des régions naturelles très distinctes, ce qui accroît d'autant l'importance de leur rôle et tend à prouver la grandeur des mouvements et dislocations dont elles sont le résultat.

Le secteur situé à l'ouest de la faille d'Argentat et que j'appellerai le *Plateau de Limoges*, s'étend jusqu'au bassin secondaire de la Charente. Son altitude, relativement faible, varie entre 300 et 500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le sol, imperméable et siliceux, est cependant assez favorable à la végétation forestière ; c'est la *région du Châtaignier*, de M. Demolins.

Au point de vue géologique, le Plateau de Limoges est caractérisé par l'abondance des vrais gneiss (qu'il ne faut pas confondre avec les schistes granitisés), l'existence de leptynites et le grand développement des amphibolites, dont quelques couches se réunissent pour former des masses granitoïdes puissantes, paraissant occuper un niveau géologique déterminé au-dessus des leptynites. Les schistes cristallins, acides ou basiques, ne s'étendent ni à l'ouest, du côté de la Charente, ni à l'est, du côté de la faille d'Argentat, mais ils se prolongent dans ces directions par des schistes métamorphiques : arkoses, quartzites et schistes chloriteux à l'est, schistes micacés et

sériciteux à l'ouest. Au sud-ouest, la bordure du Plateau Central est aussi constituée par des phyllades et des arkoses.

Ainsi, de toute part, sauf peut-être au nord, les gneiss sont entourés de roches métamorphiques dont ils contiennent, au reste, des enclaves çà et là, et dont ils ne se séparent pas nettement. Ils ne forment en définitive qu'une tache immense, fondue sur ses bords avec sa ceinture sédimentaire.

Au point de vue de l'allure des couches, telle qu'elle est accusée par la schistosité — car la schistosité concorde avec la stratification partout où celle-ci n'a pas été effacée — le Plateau de Limoges doit être subdivisé en deux régions que délimite une ligne droite tracée de St-Jean-de-Cole à St-Léonard (Haute-Vienne).

Au sud-est de cette ligne, c'est la région d'Uzerche et de Tulle, où les couches dirigées nord-ouest-sud-est viennent buter contre la faille d'Argentat. Au nord-ouest, c'est la région de Limoges, où les couches, moins riches en amphibolites, sont dirigées plutôt normalement aux couches d'Uzerche.

Sur le Plateau de Limoges, les granites sont peu développés et ne jouent qu'un rôle secondaire. Ils sont distribués en un certain nombre de massifs dispersés dans les gneiss et dans les phyllades et aucune loi bien nette ne paraît présider à cette distribution, pas plus qu'à la distribution des terrains à faciès granitique qui, à vrai dire, laissent peu de place aux schistes cristallins normaux. Toutefois, on peut remarquer que le granite à mica blanc, avec les terrains qui lui sont subordonnés, est assez étroitement cantonné. Il constitue deux bandes dessinant chacune un arc de cercle ouvert vers le sud, en corrélation par conséquent avec les directions des couches. La bande septentrionale comprend la chaîne de Blond ; la bande méridionale, pauvre en roches massives, débute au nord-ouest de St-Pardoux-la-Rivière (Dordogne) et se termine vers le Lonzac (Corrèze). Entre ces bandes, de même qu'au sud de la bande méridionale, on n'observe généralement que des granites à mica noir. On peut citer parmi ceux-ci la série d'amas développés au milieu des phyllades du sud-ouest, acides de Thiviers à Donzenac (avec porphyroïdes), et basiques au delà (St-Céré, Figeac).

En résumé, le Plateau de Limoges est caractérisé par sa faible altitude, l'abondance des gneiss, des leptynites, des amphibolites, leur ceinture de phyllades, d'arkoses et de quartzites et l'allure des couches dirigées obliquement sur la faille d'Argentat.

Tout autre est la constitution de la région comprise entre les failles d'Argentat et de Mauriac, région que j'appellerai le *Plateau*

d'Ussel. C'est une grande table, à l'altitude de 700 à 850 mètres, dont la partie centrale (Plateau de Millevache) s'élève encore davantage. Le granite porphyroïde (1) en occupe la plus grande partie, surtout à l'ouest. Ce granite à mica noir est séparé de la faille d'Argentat par un long massif de granite à mica blanc, qui, au nord, d'après M. Le Verrier et les cartes de Mallard, s'égrène en massifs de plus faible étendue, noyés au milieu des granites porphyroïdes et pinitifères et se termine, vers Aubusson, par quelques petits pointements.

Dans la région que j'ai étudiée, le granite à mica blanc ne joint pas la faille ; il en est séparé par des schistes, de même qu'il est séparé du granite porphyroïde par une bande schisteuse de 100 à 200 mètres de largeur.

Ce qu'il y a de plus intéressant à signaler au sujet du Plateau d'Ussel, c'est que, d'après ce que j'ai observé sur son bord occidental et d'après ce qu'a observé M. Fouqué à l'intérieur, le terrain aux dépens duquel s'est formé le granite se composerait uniquement de schistes sériciteux et de micaschistes, dont la direction oscille du nord-nord-ouest au nord-nord-est. Il est douteux qu'il existe de véritables gneiss ; les gneiss qui y sont signalés ne sont vraisemblablement que des schistes granitisés. Quant aux amphibolites, elles sont absentes ; M. Fouqué ne signale qu'un seul gisement. Par contre, il existe, ce qui est rare dans l'intérieur du Plateau Central, quelques cipolins, à Gioux et à Savenne, au voisinage de l'accident de Mauriac (de Boucheporn).

En résumé, le plateau d'Ussel est caractérisé par son altitude de beaucoup supérieure, même sur son bord, à celle du Plateau de Limoges, par l'absence des vrais gneiss, des leptynites et des amphibolites, par l'existence d'une masse fondamentale schisteuse, sans masses importantes de quartzites et d'arkoses, d'une direction voisine de celle du méridien, et par la prédominance du granite à mica noir, avec une auréole ou plutôt des apophyses de granite à mica blanc. Il forme comme un coin refoulé au milieu du Plateau Central et interrompant la continuité des couches.

La vaste région qui s'étend à l'est de l'accident de Mauriac constitue la plus grande partie du Plateau Central et c'est aussi la partie la plus élevée. Elle a été le siège, en Auvergne et dans le Velay, l'Aubrac, etc., d'éruptions volcaniques récentes. Sur la carte annexée à cette note j'ai tracé approximativement la direction

(1) Ce granite, d'après M. de Launay, s'observe jusqu'à l'extrême nord.

générale des deux séries probables de fractures par lesquelles les produits internes sont venus au jour.

Je ne sais si, dans cette vaste région, il est possible de constater avec certitude, comme dans l'ouest, l'existence de grands accidents anciens. Si j'en juge par la carte au 1/1.000.000 de M. Michel-Lévy, on pourrait peut-être, là encore, distinguer deux secteurs bien différents au point de vue géologique, comme au point de vue topographique, et ayant leur sommet vers Decazeville, l'un qui confine à la faille de Mauriac, l'autre qui forme la partie sud-est du Plateau Central. La limite entre ces deux secteurs serait marquée par une bande étroite de schistes (que les cartes au 1/80.000 ne figurent pas), prenant naissance au sud du Cantal, là où les schistes sériciteux couvrent de vastes espaces (Rames, Boule). Cette bande passerait au sud de Saint-Flour et se terminerait au sud de Montbrison. Je serais disposé à la prolonger par la bande schisteuse qui aboutit à Vienne.

Le premier de ces secteurs, le *secteur d'Auvergne*, compris entre l'accident de Mauriac et la bande schisteuse, est occupé, au sud-ouest, par des terrains schisteux, et au centre (région de Brioude), par des terrains gneissiques (Fouqué), où les amphibolites sont abondantes, dessinant un arc ouvert vers le nord. Les granites du Forez occupent le reste du secteur.

Le second secteur, le *secteur des Cévennes* est occupé en grande partie par le granite, du massif de Viadène au Mont-Pilate, et quoique la région paraisse comprendre quelques gneiss, les amphibolites y sont plutôt rares, sauf au sud. L'altitude du secteur des Cévennes est supérieure à celle du secteur d'Auvergne, et c'est là que se présentent les plus hautes sommités formées de terrains anciens (Mont-Lozère, Margeride).

Quant à la direction des couches, elle paraît varier graduellement d'un secteur à l'autre. Dans la partie orientale du Plateau Central, on sait que les couches sont dirigées vers le nord-est; du côté de la faille de Mauriac, leur direction serait nord-ouest, donc normale à la direction des couches du Plateau d'Ussel.

Je résume :

Le Plateau Central forme une vaste table inclinée vers le nord-ouest (Booue) et qui, au sud-ouest, et au sud-est surtout, apparaît comme un horst dominant brusquement les terrains secondaires affaissés de l'Aquitaine et du Languedoc.

La surface de ce plateau ne forme pas, en réalité, un plan, mais

une série d'échelons qui répondent à des parties de constitution géologique différente. Un grand accident, celui de Mauriac, divise le plateau en deux parties d'inégale importance, et qui ressortent bien sur une carte hypsométrique, la région située à l'ouest ne présentant pas d'altitudes supérieures à 1000 mètres, qui sont grandement dépassées dans la région située à l'est. Ces deux régions sont semblablement constituées, et sont, en quelque sorte, la répétition géologique, à un niveau différent, l'une de l'autre. Elles pourraient presque se superposer en faisant tourner chacune autour d'un pivot pris vers Maurs ou Decazeville. Chacune, en effet, est composée de deux secteurs ayant leur sommet à ce pivot, le secteur de gauche, gneissique avec schistes basiques, le secteur de droite, plus élevé, granitique et schisteux, sans couches basiques. Chacune aussi paraît comprendre une partie septentrionale décrochée [décrochement de Montmorillon (Vienne), à Eygurande (Corrèze)?, décrochement du Forez].

Tout le Plateau Central se trouve ainsi divisé en quatre grands compartiments qui ont joué, les uns par rapport aux autres, à des époques fort anciennes, et qui auraient été disloqués à nouveau dans la période carbonifère. Ce sont :

1° Le secteur ouest (Plateau de Limoges), région gneissique où le granite n'existe guère qu'en profondeur.

2° Le secteur centre-ouest (Plateau d'Ussel), région schisteuse où le granite se trouve actuellement très à découvert.

3° Le secteur centre-est (Plateau d'Auvergne), région gneissique, avec granite en profondeur au centre, à la surface au nord.

4° Le secteur sud-est (Cévennes, etc.), région granitique et schisteuse.

C'est plus peut-être par cette disposition rayonnante et par les changements d'allure des terrains, que par sa grande dénudation, que le Massif central de la France se distingue du Massif armoricain. Il faudrait plutôt le comparer au Massif de Bohême, où se retrouvent plusieurs de ses particularités, et pour n'en rappeler qu'une seule, la longue traînée schisteuse, qui sépare le Böhmer Wald du Bayrischer Wald, citée par M. E. Suess. On a souvent considéré le Massif français comme constitué par des couches dessinant un V et se rattachant d'une part aux plis armoricains, d'autre part aux Vosges et au Schwarzwald. En réalité, l'allure des terrains est complexe, et les fractures transverses aux couches sont importantes. Le Massif central apparaît comme un massif écrasé, comme un nœud de fractures en étoile, plutôt que comme un chaînon d'une zone de plissement.

La distribution des roches, cela résulte de ce qui vient d'être dit, est soumise à certaines règles. Ainsi, les granites apparaissent plutôt dans les schistes que dans les gneiss. D'un autre côté les contours des granites sont, dans une certaine mesure, subordonnés au tracé des fractures.

La distribution des gneiss donne lieu aussi à une remarque importante. Dans la région que j'ai étudiée, les amphibolites sont toujours associées aux véritables schistes cristallins anciens et ne sont subordonnés qu'à ces terrains ; elles n'apparaissent que dans les gneiss et leptynites ou à leur voisinage immédiat, et elles font défaut ailleurs. M. Bergeron avait déjà fait la même observation dans le Rouergue, et en consultant les cartes du Plateau Central, particulièrement celles de MM. Fouqué, Michel-Lévy, de Launay, Termier, Fabre, Boule, il m'a bien semblé, en règle générale, qu'il en est de même partout. Là où il y a des amphibolites il y aurait de vrais gneiss, là où il y a de vrais gneiss, il y aurait des amphibolites. J'ajoute que là où il n'y a ni gneiss, ni amphibolites, mais seulement des roches métamorphiques, le calcaire fait aussi bien défaut que dans les régions gneissiques, en sorte que l'association dont je parle, sans contredire positivement la théorie qui fait dériver toutes les amphibolites des calcaires, ne lui prête certainement aucun appui.

Ainsi donc, la distribution des couches basiques est la même que celle de la gneissification. Voici quelle est cette distribution :

Sur le Plateau d'Ussel, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, il n'y a pas d'amphibolites, et la plus grande partie du secteur des Cévennes en est aussi dépourvue.

Ailleurs, les amphibolites forment des séries occupant de larges zones et accusant l'allure générale des terrains. Au vu des cartes publiées, je crois pouvoir distinguer au moins quatre zones, qui sont :

1° La zone d'Uzerche (Plateau de Limoges), particulièrement développée et dirigée du nord-ouest au sud-est.

2° La zone de la Marche, au nord des Plateaux de Limoges et d'Ussel. D'après les travaux de M. de Launay, elle est composée d'un petit nombre de couches épaisses qui s'étendent du Poitou à Montluçon et dont, au voisinage de l'accident de Mauriac, les directions s'infléchissent brusquement.

3° La zone d'Auvergne, étudiée par M. Fouqué, zone qui s'étend de Riom-ès-Montagne (entre le Mont-Dore et le Cantal) jusqu'au Lyonnais, interrompue sur une certaine longueur par les granites du Forez. Cette zone dessine un arc de cercle dont le sommet est à Massiac (Cantal).

4° La zone de la Lozère et des Cévennes, signalée par M. Fabre, comprise entre Mende et Largentière et surtout développée dans la Lozère.

Ces différentes zones paraissent indépendantes les unes des autres, sauf peut-être la zone d'Auvergne, qui peut prolonger l'une des séries du Plateau de la Marche ou du Limousin.

Dans ce qui précède, j'ai cherché à résumer, en une vue d'ensemble, des données stratigraphiques, mais celles-ci sont actuellement fort incomplètes. C'est que beaucoup de régions du Plateau Central n'ont pas encore fait l'objet d'explorations prolongées et que les plus grands efforts se sont tout d'abord portés sur l'étude très attachante des phénomènes et des roches volcaniques. D'autre part, l'exploration des terrains anciens a fourni des résultats que l'on a, si l'on me permet cette expression, d'abord interprétés à un point de vue plus lithologique que stratigraphique. Des événements successifs qui ont donné aux terrains du Massif central leur forme actuelle, on n'a surtout retenu que les derniers, parce que leurs traces sont les plus apparentes. C'est ainsi que sur la dernière carte qui a été donnée de ce massif, celle de M. Boule, la seule distinction faite dans les formations cristallines autres que les terrains tertiaires, est celle des schistes cristallins et des granites. Cette carte ne figure donc qu'un état de choses qui remonte à une époque relativement récente. Et j'ai dû moi-même renoncer à figurer sur la carte schématique annexée à la présente note, non-seulement l'état de choses primitif, c'est-à-dire la distribution des anciens terrains sédimentaires et autres, mais même l'état de choses intermédiaire, correspondant à la transformation de ces terrains en gneiss feuilletés, phyllades, quartzites, etc.

Quand j'ai abordé l'exploration des terrains cristallins du sud-ouest du Plateau Central avec l'idée préconçue que ces terrains ne pouvaient être, conformément à une théorie qui a encore des adhérents, que le produit des premières consolidations de l'enveloppe terrestre, je n'espérais guère que dans un massif presque entièrement composé de roches cristallines, il serait possible, même en suivant les couches pied à pied, de parvenir à établir, je ne dis pas une stratigraphie exacte et sûre, mais simplement un semblant de régularité dans la distribution des terrains. Les quelques résultats, fort incomplets d'ailleurs, auxquels je suis parvenu pour ainsi dire malgré moi, ont modifié mon opinion, et je crois qu'on peut démêler quelque ordre dans le chaos apparent des terrains anciens du Plateau Central.

J'ai esquissé ici la distribution générale des schistes métamorphiques et des schistes cristallins, produits d'une période intermédiaire. On pourra sans doute aller plus loin, et reconnaître dans tout le Plateau, comme je l'ai reconnu dans le sud-ouest, et comme M. Le Verrier l'a reconnu autour de Limoges, des traces du plus ancien état de choses. Peut-être même réussira-t-on à délimiter, au milieu des roches cristallines massives, les anciens sédiments de grès, de schistes, de calcaires.

Mais ce résultat, s'il est vraiment possible, ne sera atteint qu'à la condition d'orienter les recherches dans ce but et d'appliquer certains principes sur lesquels il me reste à dire quelques mots.

D'ordinaire, on est porté à différencier les terrains cristallins, quelle que soit leur origine, par la structure et le faciès cristallin des roches qui les composent. On a admis même que l'âge d'un terrain est d'autant plus reculé que son degré de cristallinité est plus accusé et que les terrains les moins cristallins sont aussi les plus récents. Tout en repoussant la théorie du terrain primitif, on a continué à accepter les conséquences tirées de cette théorie.

En envisageant ainsi les terrains suivant la structure des roches, on est conduit à distinguer trois types : les « schistes » métamorphiques, à structure semi-cristalline, semi-détritique (schistes micacés et autres, quartzites, arkoses, calcaires micacés, etc.), les « schistes » complètement cristallins, ou terrain cristallophyllien (gneiss, leptynites, amphibolites, pyroxénites, etc.), et enfin le granite, que l'on considère à la fois comme une roche traversant les autres terrains et comme formant le substratum de ces terrains.

Ce sont ces distinctions entre les roches qui servent à classer les terrains, et ce sont les assemblages ainsi classés qu'on délimite d'habitude sur les cartes. Allant même plus loin dans cette voie, on sépare les gneiss en catégories, suivant leur composition plus ou moins feldspathique, depuis le gneiss feuilleté, rangé dans un étage supérieur, jusqu'au gneiss granitoïde, qui formerait la base du terrain primitif ou archéen.

Mais de cette classification, il ne ressort rien de net quand on passe à l'application sur le terrain ; les différentes masses distinguées apparaissent sur une carte comme semées au hasard ; les contours en sont irréguliers et ne sont même pas définis, les granites se fondant dans les gneiss, les gneiss se fondant dans les micaschistes et les phyllades. Et la mosaïque ainsi tracée n'a que des rapports vagues avec la direction de la stratification, quand elle n'est pas absolument discordante avec celle-ci.

Dans le sud-ouest du Massif central, par exemple, les gneiss forment comme une immense tache centrale, aux contours déchiquetés, qui tantôt se prolonge par des schistes métamorphiques, tantôt s'accole à ceux-ci. Les granites sont encore plus irrégulièrement distribués, disséminés qu'ils sont, tant dans les phyllades et schistes que dans les gneiss, plus abondants même dans les premières de ces roches que dans les secondes. Quant aux types spéciaux de gneiss, gneiss granulitiques, gneiss rubannés, gneiss granitiques, gneiss granitoïdes, ils avoisinent toujours des masses de granite, soit apparentes, soit en profondeur et alors accusées par les filons subordonnés acides et basiques. Ils forment, en quelque sorte, une épaisse croûte autour de ces masses. Leur distribution dépend donc uniquement de celle des masses de granite, nullement de la distribution relative des gneiss et des schistes métamorphiques.

C'est pourquoi il est vain, au point de vue stratigraphique, de vouloir séparer les terrains en considérant le degré de cristallinité des roches, et *a fortiori* de vouloir établir leur âge relatif, leur ordre de succession, d'après cette seule considération. La distinction des schistes métamorphiques, des schistes cristallins normaux et des schistes à faciès granitique est sans doute fort utile et même indispensable à connaître; elle exprime le résultat de phénomènes qui ont une date, mais elle ne peut donner la clef de la constitution géologique d'une région.

C'est un autre critérium qu'il faut appliquer, si l'on veut faire la stratigraphie des terrains anciens. A défaut de vestiges organiques, qui sont les véritables extraits de naissance des couches, la seule autre donnée que la nature mette à notre disposition, c'est la forme primitive des roches, résultat des conditions de sédimentation. Or cette forme primitive, quand elle n'a pas laissé de témoins isolés, ce qui est assez fréquent, se traduit encore par les variétés de composition et de structure des roches actuelles. Quelque paradoxal que cela puisse paraître — le paradoxe n'est d'ailleurs que dans le langage — ce qu'il faut distinguer, ce qui doit servir de critérium pour la classification des terrains, ce sont les variétés, non les types de roches, variétés qui, à mon sens, sont plus fondamentales que les types eux-mêmes, puisque ce sont les dernières traces d'un état primitif que les phénomènes subséquents n'ont pu complètement effacer. Au point de vue stratigraphique, il faudrait marquer, non ce qu'est une roche, mais ce qu'elle a été; il faudrait, par conséquent, faire abstraction le plus possible de son degré de cristallinité, négliger ce qui saute aux yeux, chercher ce

qui se dissimule, et là où chacun ne voudrait voir qu'un granite ou un gneiss, tâcher de discerner, par les particularités de structure, de composition chimique, et par les rapports de position, la nature des sédiments dont le granite ou le gneiss occupe maintenant la place et aux dépens desquels il s'est constitué.

Cela n'est pas toujours possible, il est vrai, dans l'état actuel de nos connaissances. Mais il est toujours possible de distinguer dans les « schistes » métamorphiques ce qui est vraiment schiste, ce qui est arkose, ce qui est quartzite, ce qui est micacé, ce qui est chloriteux, ce qui est épidotique, etc.; il est toujours possible de distinguer dans les « schistes cristallins » ce qui est gneiss, ce qui est leptynites; même dans les granites, comme l'a montré M. Barrois, il est quelquefois possible de suivre jusqu'à une certaine distance les sédiments les plus quartzeux. Tout cela suffit pour donner un aperçu de la distribution réelle des terrains et pour faire reconnaître les fractures les plus importantes. Et dans ces distinctions on s'aidera de l'examen à l'œil nu des variétés fraîches comme des variétés altérées et décomposées, de l'examen microscopique et de l'analyse chimique. A ces méthodes d'examen on joindra la considération des rapports mutuels de position, celle des directions de stratification et de schistosité, et enfin et surtout on suivra sur le terrain les variations graduelles de structure dans le sens de la stratification, variations qui, dans la plupart des cas, doivent être considérées comme établissant une communauté d'origine entre des variétés de types différents, par exemple entre un schiste sériciteux et un gneiss, entre une arkose et une leptynite.

Je crois que c'est seulement en appliquant ces méthodes et en ne tenant compte ni du degré de cristallinité, ni du degré de feldspathisation des roches, qu'on pourra reconnaître la véritable structure géologique du Plateau Central, là du moins où l'intensité des actions métamorphiques n'a pas amené une uniformité qui défie les efforts les mieux dirigés.

M. **M. Boule** présente quelques observations qu'il se réserve de développer quand il aura pu lire le travail de M. Mouret.

OBSERVATIONS SUR LA TECTONIQUE DE LA BORDURE MÉRIDIONALE DU BASSIN CRÉTACÉ DE FUVEAU

par M. **E. FOURNIER.**

M. Marcel Bertrand vient de publier, dans les *Annales des Mines*, un travail important sur le bassin crétacé de Fuveau et sur le bassin houiller du Nord (1).

En ce qui concerne le bassin de Fuveau, je crois qu'il n'est pas sans intérêt de soumettre à la Société quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur la bordure méridionale de ce bassin et qui me paraissent de nature à jeter un jour nouveau sur la question.

Pour bien comprendre la structure de cette bordure, il est indispensable de la suivre depuis la petite ville des Martigues jusqu'aux environs de Pourcieux, c'est-à-dire à travers une partie de la Feuille d'Arles et à travers toute la Feuille d'Aix; c'est ce que nous allons essayer de faire ici d'une façon sommaire (2). De plus, pour bien mettre en évidence cette structure, nous serons amenés parfois à poursuivre notre investigation jusque sur le flanc méridional des bandes plissées constituant les chaînes de la Nerthe, l'Etoile, N.-D. des Anges, Peypin, Le Regagnas, l'Olympe et le Mont Aurélien. Aussi, pour ne pas élargir démesurément le cadre de notre étude, nous bornerons-nous, dans cette note, à indiquer seulement les faits qui nous ont paru les plus décisifs en faveur de l'interprétation que nous allons exposer.

D'une façon générale, on peut dire que la bordure méridionale du bassin de Fuveau est constituée, dans la région que nous venons de délimiter, par des terrains crétacés fluvio-lacustres limités au Sud par une bande de terrains crétacés, infracrétacés, jurassiques et triasiques, bande dont la structure tectonique est, comme nous allons le voir, de plus en plus compliquée au fur et à mesure que l'on s'avance vers l'Est. Il est donc logique de commencer l'étude de cette bande par l'Ouest en procédant du simple au composé.

(1) *Ann. des Mines*, Juillet 1898.

(2) Pour suivre notre démonstration il est indispensable que le lecteur ait sous les yeux les Feuilles géologiques Aix et Arles.

I. — Relations de la bordure du bassin avec la chaîne de la Nerthe

Si, partant des bords de l'étang de Caronte, près de Martigues, on se dirige au Sud vers St-Pierre et de là vers le village de la Couronne, on observe la coupe représentée dans la fig. 1.

Nous voyons là une voûte anticlinale absolument normale dont le plissement a affecté le Crétacé fluvio-lacustre, et sur les couches de laquelle l'Oligocène repose *en discordance*. Cet Oligocène (il faut noter soigneusement ce fait), est surmonté lui-même par des Mollasses helvétiennes *absolument horizontales*, même dans les parties les plus voisines de l'axe du pli. Il s'ensuit que cette portion de la bordure, constituée par un anticlinal dont les deux flancs sont normaux, est de formation anté-oligocène, qu'elle n'a subi pendant le Miocène *aucun nouveau plissement* et que les mouvements

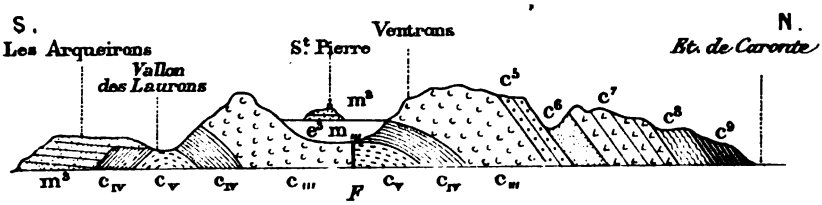


Fig. 1. — Coupe des Arqueirons à l'étang de Caronte.

c_V, Valanginien; c_{IV}, Hauterivien; c_{III}, Urgonien; c^5, Cénomanien à *Ex. Columba*; c^6, Grès et Sables turoniens; c^7, Calcaire à Hippurites; c^8, Marnes à *Ex. Matheroni*; c^9, Crétacé saumâtre et lacustre formant la bordure du bassin de Fuveau; e^1 m_{III}, Eocène supérieur et Oligocène; m^3, Helvétien; f, Faille.

de plissement qui ont pu l'affecter pendant l'Oligocène sont insignifiants. Ce sont donc les plis anté-oligocènes ou pyrénéens qui ont imprimé à cette région sa structure.

Il n'y a pas place à d'autre interprétation, la coupe est d'une netteté et d'une simplicité extraordinaires et tous les auteurs qui ont étudié cette région sont d'accord sur ce point (1).

(1) Voir Carte géologique, Feuille 234 (Arles), par MM. Fontannes et Carez. — E. Fournier. Esquisse géologique, coupe VII. Marseille, 1890. Voir encore d'autres coupes très voisines dans cette même bordure, in : G. Vasseur, *B. S. G. F.*, XXII, (3), p. 414 et suiv. — E. Fournier. Esquisse géologique des environs de Marseille. Achard, 1890, coupe X. — Ibid. Etudes stratigr. sur la chaîne de la Nerthe, fig. IX. *B. S. G. F.*, (3), XXV. — Ibid. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, avril 1893. — Ibid. C. R. des Exc. géol. faites en Provence, etc., en octobre 1894. *Ann. de la Fac. des Sciences de Marseille*, t. IV. — Carez. *B. S. G. F.*, XVI, (3), p. 506 et 507, fig. 1 et 2.

Il faut en outre remarquer dans cette coupe (qui a été déjà donnée en partie par M. Carez) (1) que les marnes aptiennes font défaut entre l'Urgonien et le Cénomanien, tandis que dans les coupes situées plus à l'ouest, dans la Gueule-d'Enfer par exemple, la série est complète. M. Carez a bien montré que ce Cénomanien était en discordance et en transgressivité sur l'Aptien et sur l'Urgonien.

Il est même excessivement probable que le petit lambeau de calcaire à Hippurites qui existe dans cette région, au sud du sommet 120, s'est bien déposé en contact direct avec l'Urgonien. Quoi qu'il en soit, la transgression cénomanienne dans cette portion de la bordure est indéniable et la disparition de l'Aptien ne peut s'expliquer aucunement par un phénomène d'étirement. De plus, les dépôts cénomaniens contiennent de nombreux Ostracés. Les dépôts turoniens, plus littoraux encore, contiennent des lignites et des végétaux (2), il existait donc dans cette région, dès l'époque crétacée, une portion émergée et les plis anté-oligocènes n'ont fait qu'accentuer le plissement crétacé, qui était très faible, car la discordance angulaire n'est pas considérable.

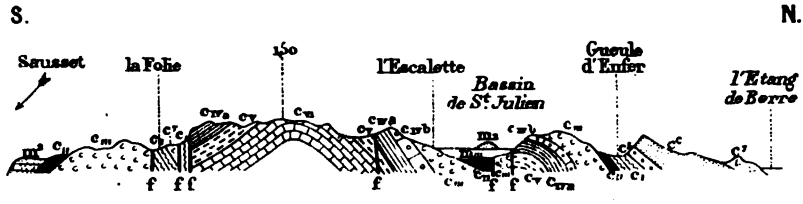


Fig. 2. — Coupe passant par la Folie et l'étang de Berre.

Même légende. — c_{VI}, Calcaires lithographiques en plaquettes du Berriasien; c_{IV}^{a}, Hauterivien inférieur; c_{IV}^{b}, Hauterivien supérieur; c_{II}, Aptien inférieur à Céphalopodes; c_{I}, Aptien supérieur et Gault.

Plus à l'ouest, dans une coupe passant par la Mède, St-Julien et Sausset, nous retrouvons les principaux faits observés dans la coupe de St-Pierre, mais l'anticlinal s'est dédoublé et, dans le flanc de sa branche méridionale, s'est produit un bassin d'effondrement; à part cette complication, nous retrouvons encore la discordance de l'Oligocène et l'horizontalité absolue de l'Helvétien. Dans cette coupe, comme dans la précédente, le Crétacé formant la bordure du bassin est en situation normale.

(1) Carez. *Loc. cit.*

(2) Marion et Vasseur. *C. R. Ac. Sc.*, 27 mai 1890.

Cette succession normale se maintient encore sur la bordure du bassin jusqu'aux environs de Châteauneuf-les-Martigues (1), tandis que, sur le flanc méridional, on continue à observer les couches tertiaires horizontales en discordance absolue sur les couches du pli. Au Rouet et à Carry, le Tongrien et l'Aquitanien sont également à peu près horizontaux et en discordance avec le Jurassique et l'Infracrétacé.

Ce n'est qu'entre Châteauneuf-les-Martigues et Gignac que l'on voit peu à peu la bordure du bassin fluvio-lacustre se redresser jusqu'à la verticale et même se renverser légèrement. Près de Gignac, *entre l'Aptien, qui reposait jusque-là normalement sur l'Urgonien et cet Urgonien* lui-même, on voit *apparaître un synclinal* assez étroit contenant une *brèche* qui, comme nous allons le démontrer par la suite, *appartient au Danien* (2). Cette brèche ne peut être qu'en synclinal, car si elle s'enfonçait complètement sous la bande aptienne, celle-ci serait en recouvrement, hypothèse évidemment inadmissible, puisque l'Aptien est là en continuité absolue avec le reste de la bande, qui est normale, et que d'ailleurs, en plusieurs points, les calcaires marneux de l'Aptien forment une voûte très nette.

Cette bande de brèche danienne est d'une importance capitale, car *nous avons pu la suivre pas à pas*, sans *interruption aucune*, jusqu'à Sousquières, entre Septèmes et Simiane. La bande étant *absolument continue*, sans interruption d'aucune sorte, il est évident que, puisqu'elle est *indubitablement synclinale* près de Gignac, elle *est synclinale dans toute sa longueur*. La coupe relevée près de Gignac, à l'extrémité même du synclinal de Brèche, peut donc être interprétée schématiquement, comme l'indique la fig. 3. Dans cette figure nous avons laissé intentionnellement de côté les plis secondaires qui existent dans l'Aptien afin de ne pas compliquer inutilement le schéma.

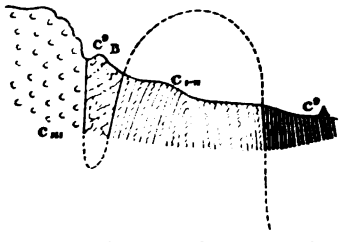


Fig 3. — Schéma de la coupe relevée près de Gignac.

c_{III}, Urgonien ; c_{I-II}, Aptien ; c^9_A, Crétacé lacustre ; c^9_B, Brèche danienne.

(1) Voir Collot. Terrain crétacé de la Basse-Provence. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 64, fig. 2.

(2) M. Collot a bien également considéré cette brèche comme danienne (calcaire de Rognac c^{9e}), près de Taxil. Carte géol. au 1/80.000, Feuille d'Aix.

Un peu plus à l'est, on voit apparaître sur le flanc nord de la bande aptienne septentrionale le Gault, puis le calcaire à Hippurites; en même temps l'Aptien reparaît entre la brèche danienne et l'Urgonien, ce qui est une preuve de plus que cette brèche est bien en synclinal. En un point, près de la route qui monte dans le vallon de la Cloche, on voit surgir localement, dans l'Aptien, au sud de ce synclinal, un petit pointement urgonien dans lequel les calcaires forment une voûte absolument fermée et très nettement dessinée (fig. 4). Au sud de ce pointement se succèdent tous les étages ren-

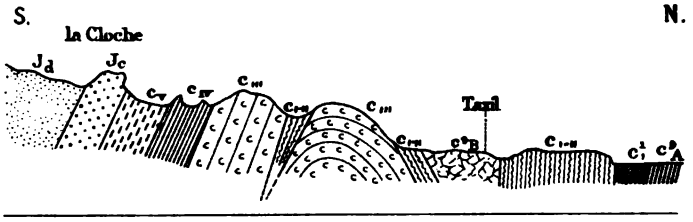


Fig. 4. — Coupe par le vallon de la Cloche et Taxil.

J_d, Dolomies du Jurassique supérieur; J_c, Calcaire à *Heterodiceras*; c_V, Valanginien; c_{IV}, Hauterivien; c_{III}, Urgonien; c_{I-II}, Aptien; c_I^1, Gault; c^9_A, Crétacé lacustre; c^9_B, Brèche danienne.

versés du flanc nord du pli de la Nerthe. Ici encore on peut affirmer que les plis anté-oligocènes n'ont rejoué, ni pendant l'Oligocène, puisque les couches oligocènes sur le flanc sud (Rio Tinto, Corbière) sont subhorizontales, ni pendant le Miocène, puisqu'au voisinage même de l'axe du pli nous avons signalé dans le ravin du Siou Blanc (1) un petit lambeau helvétien très fossilifère dont les couches horizontales reposent sur la tranche des étages renversés du pli. Il y a eu seulement depuis cette époque d'importants mouvements d'émersion à composante verticale qui ont amené ce lambeau parallèlement à lui-même à la hauteur qu'il occupe aujourd'hui. Ce sont peut-être ces mouvements qui ont également donné naissance à certaines failles du flanc sud. Mais ces mouvements d'ensemble n'ont, comme le prouve l'horizontalité du lambeau, rien de commun avec les mouvements à composante horizontale qui donnent naissance aux plis.

En le suivant vers l'est, on voit le flanc méridional du synclinal de brèche danienne se mettre successivement en contact avec

(1) Voir la coupe du tunnel de la Nerthe donnée par M. Ph. Matheron. *B. S. G. F.*, Réunion extraord. Marseille, 1864.

l'Aptien, l'Urgonien, le Néocomien. Nulle part ce contact n'a lieu par faille ; on voit au contraire partout un contact littoral, la brèche présentant des éléments de plus en plus gros au fur et à mesure qu'on s'approche du contact ; la nature des éléments variant d'ailleurs avec la nature du rivage : *la brèche a donc été transgressive* par rapport aux autres étages crétacés et elle indique le rivage de la lagune danienne.

Au sud du Brusq, on voit apparaître, dans le flanc septentrional du synclinal de la brèche, des couches de Crétacé saumâtre (Fuvelien) avec lignites et couches sableuses. Cet affleurement ligniteux, qui est très local, a été l'objet d'une tentative d'exploitation que l'on a dû abandonner, les couches ligniteuses cessant dans la profondeur. L'Aptien, au nord de ce synclinal, forme, comme le montre la figure 5, un anticlinal couché vers le nord.

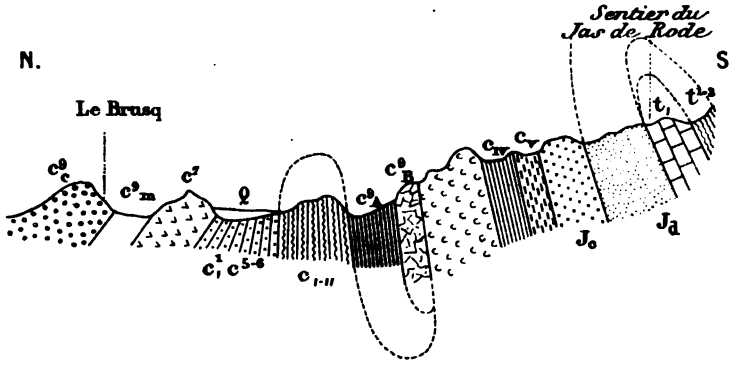


Fig. 5. — Coupe du Brusq au sentier du Jas de Rode.

Même légende. — t_1, Muschelkalk ; t^{1-3}, Keuper ; $c^9{}_A$, Crétacé fluvio-lacustre avec lignites et sables ; c^9 m, Marnes ; c^9 c, Calcaire avec pisolithes.

Cet Aptien est toujours la suite de la même bande, bande qui d'ailleurs a été coupée par le tunnel de la Nerthe à Rebutty et qui, dans cette région, a été trouvée *absolument enracinée*.

Au S.-O. de l'Assassin, à droite d'un petit chemin qui conduit à la carrière où la brèche a été exploitée comme marbre, on voit apparaître dans l'axe de cette bande aptienne un petit pointement urgonien. Là encore les calcaires forment voûte.

En suivant la route de l'Assassin aux Cadenaux (fig. 6), on voit que le synclinal de brèche danienne, jusqu'ici unique, est remplacé

localement par plusieurs synclinaux qui d'ailleurs se soudent de nouveau en un seul si on les suit vers l'est (1).

Dans celui de ces synclinaux qui est situé près du Bar du Vallon, au sommet de la montée, on a ouvert une carrière dans une lentille calcaire intercalée dans la brèche. Ces calcaires m'avaient fourni des fossiles qu'un premier examen m'avait fait prendre pour des *Melanopsis* (2). MM. Bresson et Repelin, ayant découvert de meilleurs échantillons, ont pu y déterminer *Bauxia disjuncta* et d'autres fossiles du calcaire de Rognac. Dans la brèche elle-même, ces géologues ont aussi découvert un *Lychnus ;* toute cette formation est donc indubitablement danienne, comme je l'avais d'ailleurs considérée jusqu'ici.

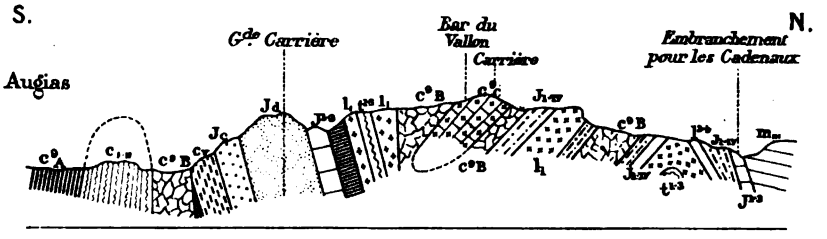


Fig. 6. — Coupe par Auglas et le Bar du Vallon.

Même légende. — l_1. Infrallas ; l^{3-4}, Liasien ; J_{I-IV}, Bajocien et Bathonien ; J^{1-3}, Oxfordien et calcaires gris ; c^9_A, Crétacé à Lignites ; c^9_B, Brèche danienne ; c^9_C, Calcaire de Rognac.

Près des Cadenaux, l'Oligocène vient en transgression sur toutes les autres formations jusqu'au voisinage immédiat de la brèche danienne et, *tandis que cette dernière se trouve pincée dans des synclinaux renversés, l'Infra-Tongrien est à peine redressé au contact du pli.* Cet Infra-Tongrien s'étend d'ailleurs encore, vers le S.-O., sur la région de Plendoux, Brémond, le Poucet ; là, il est subhorizontal et repose sur les couches plissées du Jurassique.

Avant d'aborder l'étude de la bordure de l'Etoile, il importe de résumer en quelques mots les résultats obtenus dans la bordure de la Nerthe.

La région plissée de la Nerthe, qui limite au sud une partie du bassin crétacé fluvio-lacustre, est constituée, dans sa partie occidentale, par un ensemble de plis normaux, dans sa partie orientale,

(1) E. Fournier. Etudes stratigraphiques sur la chaîne de la Nerthe, *loc. cit.*
(2) *Ibid.*

par un ensemble de plis renversés sur le Crétacé. *Nulle part n'existent sur la bordure de cette chaîne de lambeaux de recouvrement.*

Dans toute la partie orientale, *la zone plissée est accompagnée d'un synclinal dans lequel est pincée une brèche danienne transgressive.*

Enfin, *tous les plis de la région sont anté-oligocènes*; nulle part, dans cette région, des plissements post-oligocènes ne se sont manifestés.

II. — Relations de la bordure du bassin avec la chaîne de l'Etoile et de Notre-Dame des Anges

La bande de brèches, dont nous venons de démontrer la structure synclinale sur un parcours de dix kilomètres, continue à se poursuivre sans aucune interruption vers Sénière, où elle s'élargit, et où *viennent se fusionner* les synclinaux multiples de la région des Cadenaux. J'ai relevé entre la route des Cadenaux et Sénière la coupe de la fig. 7. La bande anticlinale, qui sépare les deux synclinaux de brèche, devient à un moment donné très étroite et l'on peut avoir un instant l'illusion que cette bande est en recouvrement; mais il suffit de la suivre vers l'ouest pour la voir s'épanouir et se relier à la bande de la figure 6 qui fait partie du pli de la Nerthe depuis le Rove, où on peut la voir faisant partie

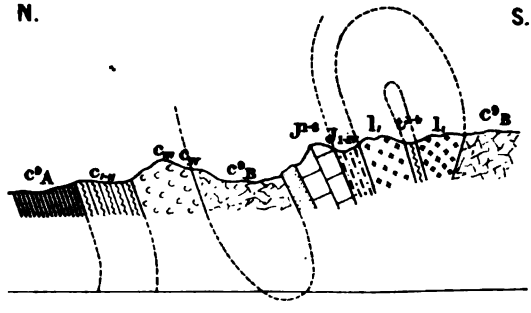


Fig. 7. — Coupe relevée entre la route des Cadenaux et Sénière.

Même légende.

d'une série normale complète (entre le Rove et la chapelle Sainte-Maxime). Au nord de Sénière, nous retrouvons la bande aptienne que nous suivons depuis Gignac : comme toujours, cette bande est couchée vers le Nord, et le fait qu'elle est enracinée dans la chaîne de la Nerthe entraîne nécessairement la conclusion qu'elle l'est également ici, car la continuité est absolue.

M. Marcel Bertrand signale en outre, en ce point, de petits lambeaux de dolomies qu'il considère comme superposés à la brèche, j'aurai l'occasion de revenir sur ces lambeaux dans une note ultérieure où je montrerai avec coupes à l'appui que leur structure est absolument en désaccord avec l'hypothèse d'une bande de recouvrement. Pour faire cette démonstration il faudrait entrer dans l'examen de coupes de détail que nous avons écartées systématiquement du cadre de cette étude. La continuité des bandes aptiennes et daniennes avec celles de la Nerthe nous suffit d'ores et déjà pour affirmer que la bande danienne est en synclinal et que la bande aptienne est en anticlinal couché vers le nord et non en recouvrement. Dans la tranchée du chemin de fer, au nord de Septèmes, le synclinal de la brèche devient très étroit (fig. 8). M. Marcel Bertrand fait remarquer qu'en cet endroit la brèche se trouve en contact avec l'Aptien et le Gault et il en conclut que pour

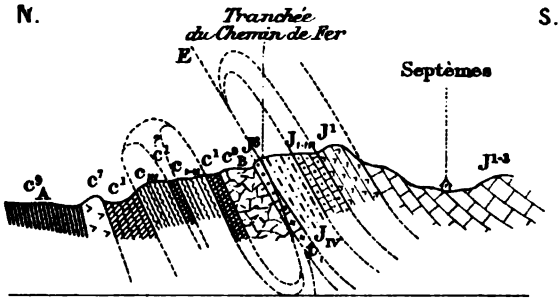


Fig. 8. — Coupe près de Septèmes.

Même légende. — J_{IV}, Bajocien ; J_{I-III}, Bathonien ; J_I, Callovien ; c^1, Gault.

expliquer ce fait il faut admettre que la brèche ait été primitivement en contact avec une série de plis couchés et étirés. Ceci serait une difficulté si la brèche était en anticlinal, comme semble l'admettre M. Bertrand ; le fait s'explique, au contraire, très simplement, la brèche étant en synclinal : il a suffi d'une discordance angulaire très légère (fig. 9) pour amener la brèche en contact avec les couches de l'Aptien et du Gault, qui étaient elles-mêmes peu inclinées à l'époque danienne. De même lorsque M. Marcel Bertrand dit qu'il faudrait supposer, avant le dépôt de la brèche, la dénudation de la zone *a*, c'est-à-dire de notre bande aptienne septentrionale, il suppose sans doute *a priori* que cette série est en synclinal et c'est ce qu'il s'agit de démontrer. La brèche ayant au

contraire été pincée dans un synclinal, recouvrait primitivement l'anticlinal de la zone *a*; le tout a été dénudé et la brèche a été respectée par l'érosion, précisément parce qu'elle occupait l'axe du synclinal. M. Marcel Bertrand ajoute que la coupe reconstruite, d'après l'hypothèse d'une discordance, ne saurait, dans aucun cas, expliquer les plis intervertis ou retournés ; ceci ne prouverait

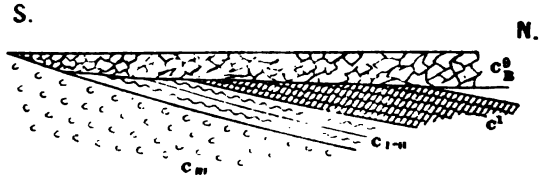


Fig. 9. — Discordance de la brèche danienne sur le Gault et l'Aptien.

c_{III}, Urgonien ; c_{I-II}, Aptien ; c^1, Gault ; c^9B, Brèche danienne.

qu'une chose, c'est que ces plis retournés ne sont pas plus admissibles dans cette région que la structure anticlinale de la brèche, dont la structure synclinale et la transgression peuvent être constatées avec tant de netteté plus à l'ouest. Nous verrons plus loin, en effet, comment on peut interpréter les coupes que M. Marcel Bertrand a considérées comme des exemples typiques de plis retournés (lambeau de la Galinière, monticule triasique de Saint-Germain, etc.).

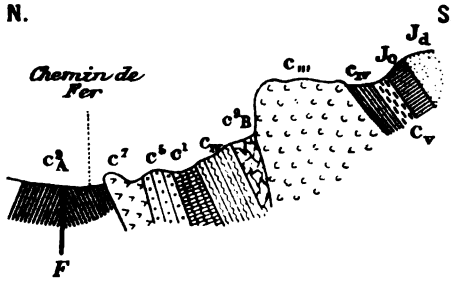


Fig. 10. — Coupe dans la région de Sousquières.

J_d, Dolomies du Jurassique supérieur ; J_c, Calcaire à *Heterodiceras* ; c_V, Valanginien ; c_{IV}, Hauterivien ; c_{III}, Urgonien ; c^1, Gault ; c^5, Cénomanien ; c^7, Calcaire à Hippurites ; c^9_A, Crétacé fluvio-lacustre ; c^9_B, Brèche danienne ; F, Faille du Safre.

A l'E.-N. E. de la tranchée, la bande danienne synclinale se poursuit jusqu'aux environs de Sousquières, où elle disparaît entre les calcaires urgoniens et l'Aptien, c'est-à-dire dans une *position identique à celle dans laquelle elle était apparue* aux environs de Gignac. M. Collot (1) a donné une coupe de cette région de Sousquières,

(1) Collot. *Loc. cit.*, p. 69. *B. S. G. F.*, 1889.

celle que nous donnons ici est prise un peu plus à l'ouest, afin de rencontrer encore le synclinal.

A Sousquières, après disparition du synclinal de brèche, nous voyons la bande aptienne se mettre en contact avec l'Urgonien du flanc renversé du pli principal. On observe alors, entre Sousquières et le Verger, la coupe représentée par la fig. 11.

Puisque dans cette coupe l'Aptien n'est pas pincé dans un pli retourné (puisque nous avons suivi cet Aptien sans interruption depuis Martigues, où il était en succession normale), il s'ensuit que les couches situées au sud ne sauraient, elles non plus, faire partie d'un pli retourné. L'Urgonien qui affleure au Sud de Sousquières fait suite à la bande urgonienne que nous avons suivie sans interruption depuis l'extrémité de la presqu'île de la Nerthe jusqu'au sud du Brusq (fig. 5) et qui, à partir de là, n'a été que très momentanément interrompue, jusqu'à la route de Septèmes, par la transgressivité de la brèche danienne. De même, la bande néocomienne de Sousquières se poursuit vers l'ouest jusqu'au Moulin Rouve sans interruption jusqu'au sud-ouest de Sénières. Or, le Néocomien de Sénières peut se suivre pas à pas, sans interruption, jusqu'au vallon du Médecin, près du Rove, où il forme *une voûte normale très nette* sous l'Urgonien; il ne saurait donc faire partie ici d'un pli retourné.

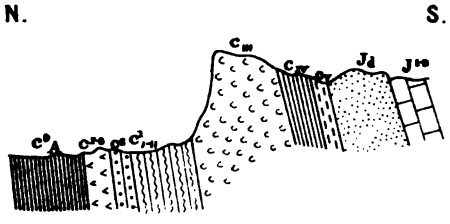


Fig. 11. — Coupe entre Sousquières et Le Verger.

Même légende. — J^{1-3}, Oxfordien et calcaires gris clair; c^{7-8}, Calcaires à Hippurites; c^{6}, Grès turoniens.

Au Verger, le pli de la fig. 11 s'accentue localement, mais près de la cascade de Siège l'inclinaison redevient moins forte. Il se produit là un petit synclinal secondaire contenant du Néocomien. Les couches de dolomies qui séparent ce synclinal du Néocomien et de l'Urgonien de la cascade de Siège dessinent une voûte bien marquée, comme l'indique la fig. 12. M. M. Bertrand a interprété ces dolomies comme pincées dans un synclinal néocomien. Au nord-ouest de Siège, sur les couches saumâtres faisant partie de la région que M. M. Bertrand a désignée sous le nom de lambeau de Gardanne (lame de charriage) existe, non loin de Moulin Berthet, *un petit lambeau helvétien horizontal* (1) contenant des *Ostrea* du groupe

(1) Il en existe un autre à Violet sur le pli de Bouc.

de *crassissima* et des *Helix aquensis*. Ce petit lambeau (qui m'a été signalé il y a quelques années par M. Convert, propriétaire aux Cayols), est de la plus haute importance, car il montre que la région plissée n'a pas rejoué pendant tout le Miocène. De plus, sur le flanc sud du pli de l'Etoile, à Notre-Dame et aux Mayans, l'Oligocène subhorizontal est discordant sur le flanc normal du pli. Si donc il s'était

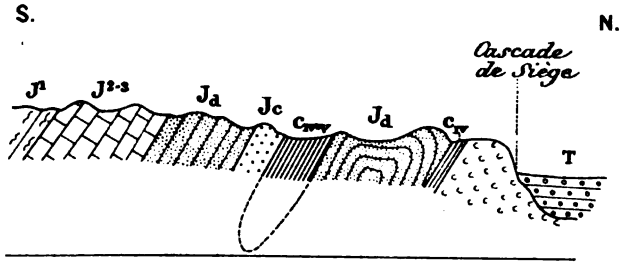


Fig. 12. — Coupe au sud de la Cascade de Siège.

Même légende. — J^1, Callovien ; J_c, Calcaire à *Heterodiceras* ; T, Tufs.

produit, lors du pli anté-oligocène, une nappe de recouvrement, cette nappe serait restée depuis lors telle quelle, puisqu'aucun mouvement de plissement ne s'est manifesté depuis dans la chaîne ; il n'aurait donc pas pu se produire dans cette nappe des plis retournés qui nécessitent évidemment l'action d'un deuxième mouvement différent du premier.

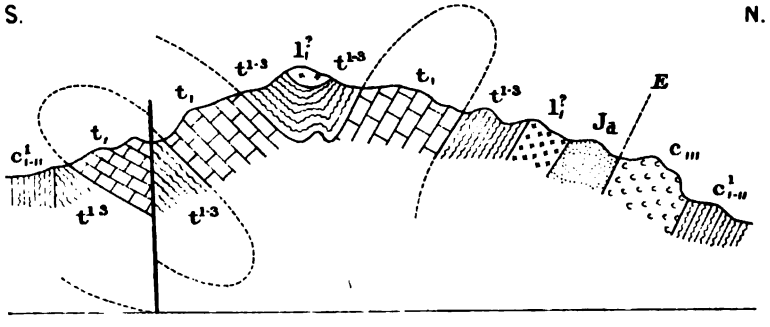


Fig. 13. — Coupe schématique de la partie est du massif de Saint-Germain.

t_1, Muschelkalk ; $t^{1\cdot3}$, Keuper ; l_1, Infralias ; J_d, Dolomies du Jurassique supérieur ; c_{III}, Urgonien ; c^1_{I-II}, Aptien et Gault.

Le flanc renversé, figuré dans la coupe 12, se poursuit au sud de Simiane. Le Trias de Saint-Germain (fig. 13) fait partie de ce

flanc renversé; il ne peut donc pas être en recouvrement. D'ailleurs le Trias et l'Infralias de Saint-Germain peuvent se suivre sans discontinuité notable jusqu'à la colline du moulin de la Cride (chaîne de la Nerthe) où on le voit s'enfouir dans l'Urgonien, entre deux failles, et faire place à un bassin d'effondrement d'Aptien et de Gault (1).

Ce Trias, qui constitue dans tout son parcours les axes anticlinaux, ne saurait donc se trouver en synclinal à Saint-Germain. Or, comme les marnes irisées plongent de part et d'autre sous le Muschelkalk, il s'ensuit que le Trias de Saint-Germain (Pignan) offre bien une structure en éventail, ainsi que nous l'avions figuré dans une coupe schématique, de la partie ouest de ce massif (2).

Entre la chapelle de Saint-Germain et les Mérentières, M. Marcel Bertrand signale des dolomies qu'il considère comme appartenant au Jurassique supérieur. Ces dolomies sont associées à des cargneules; je les crois plutôt infraliasiques. Quoi qu'il en soit, leur position, en situation normale sur le Trias, s'accorde bien avec l'idée d'une voûte anticlinale; pour les expliquer dans l'hypothèse de M. Marcel Bertrand, il faut encore invoquer une faille de tassement dont rien sur le terrain ne décèle l'existence.

Dans la Platrière, on a exploité le gypse jusqu'à 30 mètres sans rencontrer l'Aptien ou le Gault, et pourtant la Platrière est bien près de la bordure. Néanmoins, M. Marcel Bertrand n'hésite pas à affirmer que « *la galerie à la mer des charbonnages des Bouches-du-* » *Rhône*, qui doit passer prochainement à 300 mètres de profon- » deur sous l'affleurement triasique de Saint-Germain, » *ne rencontrera pas le Trias*. La question se trouve par cela même bien nettement posée et une vérification pratique ne va pas tarder à intervenir. Quant à nous, nous n'hésitons pas à affirmer que la galerie rencontrera le Trias et peut-être même des termes plus anciens, et qu'à partir d'un point que j'estime être situé au sud de la verticale des Putis, la galerie *abandonnera définitivement le Crétacé fluvio-lacustre pour n'y plus rentrer*. Contrairement à ce que suppose M. Marcel Bertrand, j'estime qu'*elle coupera le fond de la cuvette aptienne* et que *la plus grande partie de son trajet sous la bande de Mimet aura lieu dans des terrains plus anciens que le Fuvélien;* enfin qu'*il est matériellement impossible que la nappe renversée aille reparaître dans le bassin de Marseille.*

Si ces conclusions sont vérifiées, M. Marcel Bertrand ne pourra pas invoquer l'hypothèse que les synclinaux retournés qu'il a

(1) E. Fournier. Etudes stratigraphiques sur la chaîne de la Nerthe, *loc. cit.*
(2) E. Fournier. *B. S. G. F.*, (3), XIV, p. 260.

admis sont plus profonds qu'il ne l'avait cru, car, pour celui de Saint-Germain et de la Galère, il figure (Pl. III, fig. 2) (1) l'Aptien du flanc nord comme s'enfonçant sous les terrains plus anciens avec un pendage trop faible pour qu'en aucun cas, dans son hypothèse, les terrains plus anciens puissent être rencontrés par la galerie. *La question est donc posée d'une façon nette* et nous attendons avec confiance le résultat de la vérification pratique.

Comme nous venons de le dire, M. Marcel Bertrand émet l'hypothèse que la nappe renversée peut aller ressortir jusque dans le bassin de Marseille. Il est aisé de démontrer que cette hypothèse est inconciliable avec les coupes des massifs voisins. En effet, les couches du versant sud de l'Etoile, tout aussi bien que celles du versant nord, sont en continuité avec celles du Massif de la Nerthe; si la nappe renversée passe sous l'Etoile elle doit donc passer forcément sous la Nerthe. Or, dans la Nerthe, nous avons, à partir du Rove, des plis normaux et par conséquent *indubitablement enracinés*; donc le massif de l'Etoile est également enraciné. D'ailleurs, s'il était en recouvrement il s'ensuivrait logiquement que tout le pli périphérique d'Allauch, toute la Sainte-Baume et même tout le Massif de Saint-Julien seraient en recouvrement, car on observe dans tous ces massifs des coupes presque identiques à celles sur lesquelles M. Bertrand base son hypothèse. Presque toute la Basse-Provence serait alors en recouvrement, et quand il s'agirait de trouver le pli d'origine de cette gigantesque masse, on en serait réduit à le supposer caché par la mer ou enfoui sous le bassin tertiaire. On se placerait ainsi dans une hypothèse impossible à vérifier et invraisemblable.

Examinons d'autres coupes de la bordure que M. M. Bertrand considère comme des exemples typiques de plis retournés.

D'abord, pour le monticule de la Galinière, M. M. Bertrand avoue lui-même que les couches ont l'air d'être verticales, mais il ajoute que ce n'est qu'une apparence, car il n'a vu nulle part de stratification incontestable. Ce fait que la stratification n'est pas partout très nette n'implique en rien que dans les points où elle est visible on ait affaire à une fausse stratification. La verticalité de l'Aptien serait, d'ailleurs, dans quelque hypothèse que l'on se place, un argument en faveur de la verticalité des dolomies. Les couches de l'Aptien sont en plusieurs points très plissées et ont même subi un dynamo-métamorphisme intense; de plus, sur la bordure ouest,

(1) M. Bertrand. *Loc. cit.*

j'ai vu en un point les marnes aptiennes remonter sur les dolomies. A ce propos, je ferai remarquer que M. Bertrand me prête une opinion tout à fait contraire à celle que j'ai émise, en disant (page 7, *loc. cit.*) que j'ai « cru expliquer toutes ces singularités en *invoquant* » *des failles plus ou moins verticales*, à contours sinueux, entourant » des massifs en forme de dômes ou de cuvettes dont les parois, » hautes de plusieurs centaines de mètres, seraient comme *taillées* » *à l'emporte-pièce* ». Je ferai remarquer que j'ai parlé de plissements et non de failles et que les massifs en question qui, pour moi, viennent de l'*intérieur*, ont été poussés lors de la compression à laquelle est due le pli, à travers les couches plastiques marneuses de l'aire synclinale. Cette hypothèse n'a rien d'invraisemblable et M. Marcel Bertrand lui-même est bien forcé aujourd'hui d'admettre une origine mécanique, analogue pour ce qu'il considère comme une nappe renversée, puisqu'il est amené (*loc. cit.*, p. 42) à dire que pour venir à sa place actuelle, *la nappe a passé sous le massif de l'Etoile*. Les surfaces internes de glissement n'ont plus alors, dans l'hypothèse de M. M. Bertrand, des dimensions de *plusieurs centaines de mètres*, mais bien de *plusieurs kilomètres ;* si donc mon hypothèse *était mécaniquement impossible, celle de M. Bertrand le serait à fortiori.*

Près de Mimet, M. M. Bertrand signale une voûte urgonienne qui lui a été indiquée par M. Repelin ; j'ai aussi observé cette voûte dont la structure anticlinale est très nette. M. Bertrand considère les surfaces de stratification comme des surfaces de cassure ; mais alors on peut s'étonner de ce fait que les véritables surfaces de stratification manquent précisément dans tous les points où l'on observe des coupes contraires à l'hypothèse d'un recouvrement, puisque déjà pour la Galinière M. Bertrand s'est retranché derrière la même interprétation. Quant au lambeau de dolomies qui le surmonte, ne pourrait-il venir du pli principal soit par éboulement, soit même par recouvrement ? Nous sommes là à 400^{m} à peine des dolomies du pli principal et l'hypothèse d'un petit lambeau de recouvrement est très admissible.

Parmi les autres preuves de l'interprétation proposée, M. Marcel Bertrand cite aussi le mince liseré triasique (et infraliasique) qui part des Mérentières et se retrouve bien en effet au sud de la Galinière et de Saint-Savournin : je l'avais figuré sous forme d'Infralias (*B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 262, fig. 13). Ce liseré représente l'axe du pli principal qui s'est bifurqué près des Mérentières (*Ibid.*, p. 259) pour donner naissance, d'une part à ce liseré, d'autre part au massif de Saint-Germain (Pignan). Si le liseré qui, parfois, n'a qu'un

mètre d'épaisseur était en recouvrement, la direction rectiligne de ses affleurements et sa continuité sur une grande longueur seraient absolument inexplicables ; si, au contraire, il forme l'axe de l'anticlinal, cette continuité s'impose ainsi que la constance de sa direction. Il y a donc bien là un liseré anticlinal analogue à celui du vallon de l'Amandier (Allauch) et à celui de la Cride (Nerthe).

Près des Mérentières, M. Bertrand a précisément signalé (*loc. cit.*, fig. 9) un banc de Muschelkalk typique qui paraît envelopper les marnes irisées ; or, on est là près de la bifurcation des deux anticlinaux ; le Muschelkalk, situé à gauche de la figure 14, fait partie du pli principal, celui qui est à droite fait partie du massif de Pignan. A la bifurcation, les deux axes se touchent nécessairement. Quant au mamelon des Trois-Frères, j'ai déjà exposé récemment ici (*B. S. G. F.*, XXVI, p. 374) les raisons qui m'ont fait maintenir sa partie centrale dans l'Infralias. D'ailleurs, même dans l'hypothèse de M. Marcel Bertrand, c'est-à-dire en admettant qu'il fût Aptien, il appartiendrait à l'Aptien calcaire (Aptien inférieur) et la difficulté de son interprétation tectonique resterait la même puisqu'il émerge dans de l'Aptien supérieur. Si donc, comme le veut l'hypothèse de M. Marcel Bertrand, il est dans un pli retourné, tout le bassin aptien de Saint-Germain doit reposer sur un substratum plus récent et par conséquent faire partie de la grande nappe de recouvrement (Bertrand, *loc. cit.*, pl. III, fig. 2) qui passerait sous l'Etoile pour aller ressortir dans le bassin de Marseille. Mais alors se présente une nouvelle difficulté : l'Aptien du bassin de Marseille (Palamar, Les Bessons, anse du Pharo, N.-D. de la Garde, Montespin, La Penne, etc.) est composé de calcaires marneux et de marnes à Céphalopodes, l'Aptien du nord de l'Etoile est au contraire composé de calcaires gréseux à *Exogyra aquila*, de grès verdâtres, de marnes gréseuses, présentant un faciès littoral. Comment un lambeau à faciès littoral pourrait-il provenir d'une région où le faciès est pélagique ?

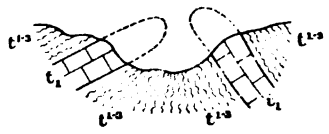


Fig. 14. — Coupe près des Mérentières.

t_1, Muschelkalk ; t^{1-3}, Keuper.

Reste maintenant à dire quelques mots du lambeau de Gardanne que M. Marcel Bertrand considère comme une lame de charriage. Ce lambeau est formé de couches *en succession normale* comprises entre deux failles; l'une, au sud (la faille du Safre), sépare le Bégudien du lambeau du Fuvélien renversé de la région de Babol ; l'autre (faille de la Diote) sépare le Fuvélien inférieur du lambeau

du Bégudien situé plus au nord : cette dernière a produit un décrochement des couches du lambeau de Gardanne vers le nord par rapport aux autres couches du Crétacé fluvio-lacustre du reste du bassin et en même temps une dénivellation assez importante amenant, comme le montre la fig. 15, le Fuvélien, au niveau du Bégudien. Pour considérer le lambeau de Gardanne comme une lame de charriage il faut admettre que ce lambeau, faisant partie à l'origine du substratum, ait cédé sous la poussée de la nappe et progressé, sous l'influence de cette poussée, de six kilomètres vers le nord. Ceci est d'autant plus inadmissible que les couches du lambeau de Gardanne sont des couches plastiques sur lesquelles le glissement de la masse charriée a pu s'effectuer sans résistance considérable. Dans notre hypothèse, au contraire, le lambeau de Gardanne fait partie du pli couché (flanc normal du 2e synclinal) ; il est naturel qu'il ait progressé en avant avec le pli.

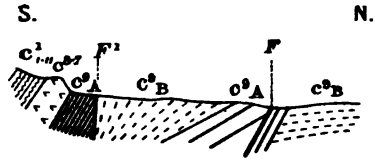


Fig. 15. — Coupe schématique du lambeau de Gardanne.

c^{1-11}, Aptien et Gault ; c^{7-8}, Calcaire à Hippurites ; c^9_A, Fuvélien ; c^9_B, Bégudien ; F, Faille de la Diote ; F^1, Faille du Safre.

En résumé, de la deuxième partie de notre étude, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Les zones plissées de l'Etoile *sont en continuité absolue avec celles de la Nerthe*, *le synclinal de brèche danienne peut se poursuivre sans interruption jusqu'à Sousquières*, où il disparaît dans les mêmes conditions qu'il avait apparu à Gignac, c'est-à-dire entre l'Urgonien du pli principal et l'Aptien ;

2° L'Aptien ou les autres étages infracrétacés qui constituent la bordure septentrionale de la brèche, *forment un anticlinal* ou *un groupe de plis jouant le rôle d'un anticlinal* (aire anticlinale) ;

3° L'*Aptien de Saint-Germain forme une aire synclinale* au sein de laquelle *viennent surgir quelques petits massifs provenant de l'intérieur* ;

4° Le *Trias de Saint-Germain est enraciné* et sera coupé par la galerie à la mer ; *le fond de la cuvette de Saint-Germain sera rencontré de même par cette galerie*, *dont la majeure partie du parcours aura lieu dans l'Infracrétacé et le Jurassique* et non dans le Fuvélien ;

5° Le *liseré infraliasique et triasique* au sud de la Galinière forme *l'axe du pli principal* ; il *n'est donc pas en recouvrement* ;

6° *Les plis de cette région sont ante-tongriens*, ils n'*ont pas été affectés* par *des mouvements de plissement de date plus récente* ;

7° L'hypothèse qui consiste à considérer *la nappe de recouvrement comme passant sous tout le massif* pour aller ressortir dans le bassin de Marseille *est inadmissible*, parce que cette structure serait en contradiction flagrante avec celle des massifs voisins et aussi parce que le faciès de l'Aptien de cette nappe n'est pas le faciès de l'Aptien du bassin de Marseille.

III. — Bordure du Bassin de Fuveau depuis la Galerie du Terme jusqu'aux environs de Pourcieux

Dans la Galerie du Terme on a pu constater directement que la pénétration du Crétacé fluvio-lacustre sous le massif était très limitée. La coupe a déjà été donnée par plusieurs auteurs ; il est donc inutile de la reproduire ici (1). On peut objecter, il est vrai, que cette galerie n'est pas assez profonde pour rester plus longtemps dans le Crétacé ; nous avons déjà exposé ici (*B. S. G. F.*, (3), XXVI) les raisons qui permettent d'affirmer que, même à une profondeur plus considérable, la pénétration est encore très limitée. Le long de la bordure du massif de Peypin, nous avons démontré dans le même mémoire l'existence d'une série de termes appartenant à l'axe d'un anticlinal. Dans cette région, l'Oligocène a été fréquemment affecté par les plis, au point d'être redressé jusqu'à la verticale ou même renversé ; mais ce fait est tout naturel car nous sommes ici au voisinage de la grande ondulation transversale d'Auriol qui, comme nous l'avons démontré, a joué le rôle de pli-faille de décrochement. Or, cette ondulation est précisément d'âge alpin, mais ses effets se sont fait sentir dans une bande très étroitement limitée au voisinage de la grande dépression triasique de l'Huveaune. Dans les plis de La Bourine, de Sainte-Croix et de Moulin de Redon, l'Oligocène a de même été violemment plissé sous la même influence.

Tout autour de la partie, N.-O. du Regagnas, le Crétacé est normal ; cette portion du massif a formé un dôme émergé pendant une partie du Crétacé et a servi de massif de résistance aux plis postérieurs (2).

(1) Collot. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 1140. — Bertrand. *Loc. cit.*, fig. 12, p. 41. — Fournier. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 699.

(2) Voir E. Fournier. La tectonique de la Basse-Provence. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, N° 316 et suivants, 1897.

Avec la chaîne du Regagnas oriental, de l'Oratoire de Saint-Jean, de l'Olympe et du Mont Aurélien, nous abordons une région où la pénétration du bassin fluvio-lacustre sous le pli a été certainement beaucoup plus considérable que dans le massif de l'Etoile. Cela tient à ce que le pli n'a plus rencontré en avant de lui de résistance et s'est déroulé au vide presque jusqu'à sa rencontre avec le massif de Pourrières, qui fait lui-même suite au pli de Sainte-Victoire. Cette poussée au vide, qui s'était certainement déjà manifestée avec une très grande intensité lors des plis ante-oligocènes, s'est accentuée de nouveau sous l'influence de l'ondulation transversale qui se dirige du sud-ouest au nord-est et va en s'épanouissant dans la région de Saint-Maximin. Malgré l'intensité de la poussée qui est indéniable, je ne crois pas néanmoins qu'il soit soutenable que cet immense massif de l'Olympe et du Mont Aurélien soit en majeure partie en recouvrement et que le Crétacé de Recours, au sud de Saint-Maximin, puisse se relier souterrainement avec celui des Reynauds, au sud de Trets ; je donnerai la raison de cette manière de voir dans un mémoire ultérieur sur cette région.

Tout au plus ce Crétacé peut-il se relier à celui de l'Aubanède.

Conclusions. — En résumé, nous venons de suivre pas à pas la limite méridionale du bassin de Fuveau, depuis Martigues jusqu'aux environs de Pourcieux, ainsi que la zone plissée qui constitue cette limite. Partout les plis de cette zone se sont montrés indubitablement enracinés.

Le bassin fluvio-lacustre crétacé d'Aix a été de longue date absolument séparé du bassin de Marseille et il est inadmissible qu'aucun des termes du premier vienne ressortir dans le second. La pénétration du Crétacé sous l'Infracrétacé et le Jurassique est partout très limitée et tous les travaux souterrains que l'on fera pour réunir la bordure méridionale de ce bassin à celui de Marseille accompliront la majeure partie de leur trajet dans des terrains plus anciens que le Fuvélien. La notion des grandes masses de recouvrement et des plis retournés, très admissible pour des régions ayant subi à la fois des plissements calédoniens, hercyniens, pyrénéens et alpins, ne s'applique pas à la région de la Basse-Provence, étudiée par nous, où les plis d'âge pyrénéen seuls ont eu une très grande extension et où les plissements alpins sont localisés dans la zone relativement étroite de l'ondulation transversale.

LA NAPPE DE RECOUVREMENT DES ENVIRONS DE MARSEILLE.

LAME DE CHARRIAGE

ET RAPPROCHEMENT AVEC LE BASSIN HOUILLER DE SILÉSIE

par M. Marcel BERTRAND.

I. — Preuves de l'existence de la nappe de recouvrement

Exposé. — J'ai récemment exposé dans un mémoire spécial (1) les curieux détails de structure que présente, entre Septèmes et Valdonne, la bordure du bassin crétacé de Fuveau. J'ai essayé de montrer que le système fluvio-lacustre s'avance bien plus profondément qu'on ne l'avait cru sous les couches plus anciennes de la bordure, et que cette bordure, sur une largeur de plus de deux kilomètres, est formée par une *nappe de terrains renversés* qui a subi des plissements postérieurs à sa formation.

Dans un nouveau mémoire (2), qui est actuellement sous presse et qui s'appuiera sur de nombreuses coupes de détail, j'ai suivi la continuation de cette *nappe renversée* sur une partie du pourtour des massifs de l'Etoile et d'Allauch, et je suis arrivé à la conclusion que le Crétacé qui, au nord, s'enfonce sous l'Etoile, est celui qui, privé de ses termes supérieurs, ressort au sud, à Allauch, pour s'enfoncer de nouveau sous le Trias de la plaine de Marseille ; en d'autres termes, que le massif de l'Etoile et, par conséquent, le massif de la Nerthe qui fait corps avec lui, sont des massifs *charriés*, formant au-dessus du Crétacé une vaste *nappe de recouvrement*. Pour ceux qui connaissent ces massifs, l'assertion paraîtra formidable et invraisemblable ; je crois donc utile d'en faciliter la discussion, en présentant ici sous une forme plus condensée et moins technique, dégagée des détails secondaires, les raisonnements qui me paraissent rendre ce résultat inévitable. Je voudrais en même temps

(1) Le bassin crétacé de Fuveau et le bassin houiller du Nord. *Ann. des Mines*, Juillet 1898.

(2) Ce mémoire paraîtra prochainement dans le Bulletin des services de la Carte géologique.

appeler l'attention sur plusieurs conséquences générales que cette étude et celle du massif voisin de la Sainte-Baume (1) permettent de mettre en lumière et qui jettent, je crois, quelque jour sur le mécanisme de ces phénomènes de charriage.

Je rappellerai d'abord brièvement les données acquises par les travaux antérieurs : la plaine de l'Huveaune, au nord et à l'est de Marseille, est couverte par des terrains oligocènes, discordants avec leur substratum et semblant, à première vue, former le remplissage d'une vaste cuvette crétacée; au nord, au sud et à l'est, l'Urgonien ou l'Aptien, inclinés vers le fond de la cuvette, s'enfoncent en effet sous les couches oligocènes ; mais au milieu du bassin surgit un petit massif de Trias, celui de Saint-Julien, qui semble contredire la régularité et la simplicité apparentes de cette structure.

Au nord de la plaine de Marseille se dressent les massifs de l'Etoile et d'Allauch ; le premier forme dans son ensemble une grande table inclinée assez régulièrement vers le sud, laissant affleurer au nord la série jurassique presque horizontale, puis, au sud, par suite d'un plongement assez brusque, les calcaires urgoniens qui s'étalent en plateaux moins élevés. Le massif d'Allauch, au sud-est, s'y accole et s'y relie topographiquement, mais il a une structure et une composition très différentes : c'est un plateau rocheux, formé par les calcaires valanginiens horizontaux, brusquement retroussés au sud en un pli synclinal couché ; ce plateau est entouré, comme d'un fossé périphérique, par une ceinture étroite de Trias ou de Rhétien (2), qui ne s'élargit qu'aux extrémités nord et sud-ouest, à Pichauris et à Allauch.

Au nord du massif de l'Etoile s'étend une bande très complexe, où, sur une largeur variable qui va jusqu'à deux kilomètres, se mêlent, dans un ordre souvent inattendu ou même sans ordre apparent, tous les terrains, du Trias au Crétacé ; sous cette bande s'enfoncent les assises fluvio-lacustres du Crétacé supérieur, connues sous le nom de système de Fuveau, et remplissant la large plaine de la vallée de l'Arc.

Mes conclusions sont les suivantes : le Crétacé supérieur ne

(1) L'étude de la Sainte-Baume, que j'ai reprise à nouveau et qui est presque terminée, fera prochainement l'objet d'un nouveau mémoire. Je peux annoncer dès maintenant que les mêmes nappes, dont il est parlé dans cette note, se retrouvent dans la Sainte-Baume et dans l'Olympe.

(2) L'Infralias de la Provence comprend : à la base, des couches à *Avicula contorta* (Rhétien), et au-dessus des dolomies sans fossiles, probablement hettangiennes. Ces deux divisions n'ont pas été distinguées sur les cartes géologiques, mais elles se séparent nettement dans les phénomènes que j'ai à décrire, le Rhétien restant normalement associé au Trias et l'Hettangien au Jurassique.

pénètre pas seulement sous le bord septentrional du massif de l'Etoile ; il passe complètement sous le massif. Le Trias de la bande nord (Simiane), le Trias périphérique du massif d'Allauch et le Trias de la plaine de Marseille, forment la base de la masse charriée et reposent comme elle sur le Crétacé. Quant au massif d'Allauch, c'est un bombement du substratum, ce qui explique la différence de composition qu'y présentent les différents étages et la complète indépendance de sa structure.

La démonstration que j'ai essayé de donner se divise en deux points principaux : 1° il existe autour des deux massifs (l'Etoile et Allauch) une nappe de terrains renversés, qui se suit au nord, à l'est et au sud, jusqu'auprès d'Allauch, où elle disparaît sous l'Oligocène ; c'est elle encore probablement qui vient pointer à Château-Gombert et sur la côte de Figuerolle (1) ; 2° il n'existe nulle part, sur le pourtour du massif de l'Etoile, de pli important qui ait pu donner naissance à cette nappe ; il faut donc qu'elle provienne d'un pli extérieur au massif, et par conséquent, elle doit passer entièrement au-dessus ou au-dessous du massif ; l'ensemble des rapports stratigraphiques ne permet que la seconde hypothèse.

Nappe renversée. — C'est un fait bien connu depuis longtemps que plusieurs coupes dans la région montrent des couches renversées, mais le point nouveau, c'est que ces différents affleurements de couches renversées se rattachent les uns aux autres pour former une nappe unique. Au nord, l'existence de cette nappe est dissimulée par les plis qui l'ont affectée et qui ont même souvent dépassé la verticale ; il est clair que dans ces cas le plissement d'une série normale ou d'une série renversée donne lieu aux mêmes apparences, *à moins qu'on ne voie les charnières.* Or, c'est ce qui arrive ici ; près du Verger et près des Mares, on voit une voûte de Néocomien enveloppée par le Jurassique, et la crête de Notre-Dame-des-Anges est formée par une cuvette néocomienne, englobant en son centre des dolomies jurassiques. J'ai adopté pour ces plis de la nappe renversée l'expression de *plis retournés*, proposée par M. de Dorlodot.

Une autre circonstance intéressante conduit indirectement à la même conclusion, c'est l'existence de traînées étroites, souvent presque filiformes, de terrains complètement étrangers à la coupe dans laquelle ils s'intercalent ; c'est ainsi que la petite bande de poudingues bégudiens (2), signalée par la carte géologique et par

(1) Fournier. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, janvier-mars 1895.

(2) Ces poudingues avaient été attribués par M. Collot et par M. Fournier au niveau de Rognac ; M. Vasseur, en les retrouvant plus au nord, a pu en démontrer l'âge bégudien.

M. Fournier (1), se trouve intercalée entre l'Urgonien et l'Aptien ; c'est ainsi que la petite bande de Trias du pied de la Galère est intercalée entre l'Urgonien et le Néocomien, et plus loin, entre le Néocomien et le Jurassique supérieur. Si l'on faisait abstraction de ces bandes, la série (qui est là renversée) serait continue et sans dérangement spécial ; quand ces bandes disparaissent, aucun accident ne les prolonge. Leurs affleurements se présentent comme le feraient ceux de terrains discordants, jetés en écharpe sur la série renversée. La seule explication possible est en effet une discordance et la seule discordance possible est une discordance mécanique ; une nappe de Trias, séparée par une surface de glissement (thrust plane) des terrains plus récents qu'elle surmonte, permet de concevoir les mouvements qui ont donné lieu à ces étranges intercalations (fig. 1 et 2) et je n'aperçois même pas une autre hypothèse

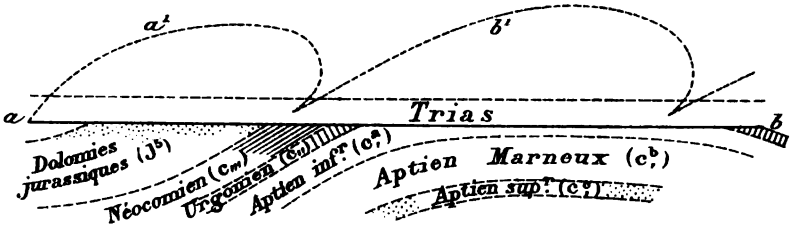


Fig. 1. — Coupe théorique de la nappe renversée avant le dernier plissement.

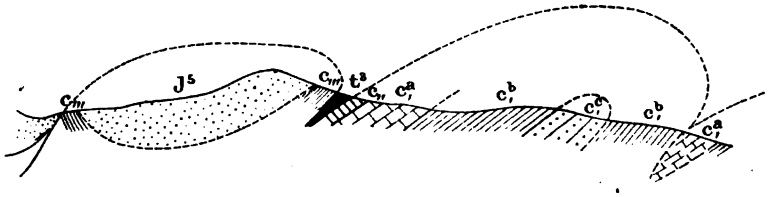


Fig. 2. — Coupe actuelle de la nappe renversée (au N. de la chapelle Saint-Germain).

t^3, Trias ; J^5, Dolomies jurassiques ; c_{III}, Néocomien ; c_{II}, Urgonien ; c_1^a, Aptien inférieur ; c_1^b, Aptien marneux ; c_1^c, Aptien supérieur gréseux.

admissible. De même, le poudingue bégudien, qui fait plus loin partie de la série renversée, ne peut être déposé en discordance sur cette même série, et sa présence ne peut être due qu'à un brusque rebroussement d'un autre *thrust plane*.

Dans les terrains variés qui constituent la nappe renversée du

(1) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIV, p. 255.

nord, il en est un dont les affleurements présentent une importance prépondérante, c'est l'Aptien; cet Aptien, dans ses bancs supérieurs, *montre un faciès spécial*, connu sous le nom de faciès de Fondouille; ce sont des couches gréseuses qui se développent quand on s'avance à l'est, en se chargeant de silex et en s'intercalant de bancs à Orbitolines. On retrouve ce faciès dans tous les autres affleurements de la nappe renversée (y compris ceux de la Sainte-Baume), et pour le retrouver autre part, il faut aller jusqu'auprès de Bandol et de Toulon, c'est-à-dire dans la région où l'on se rapproche des terrains cristallins des Maures.

La nappe renversée diminue progressivement de largeur du côté de l'est et disparaît un peu avant Valdonne; la manière dont elle fait face aux terrains semblables du triangle de Pichauris, qui sont également renversés et plongent également sous le Jurassique, appelle naturellement l'idée d'une continuité souterraine entre les deux affleurements (1); grâce à des failles transversales qui découpent là le bord du massif de l'Etoile, on peut en effet prouver que la nappe renversée passe, comme en tunnel, sous la pointe nord-est du massif. Les observations de M. Bresson (2) montrent d'ailleurs qu'elle s'avance très loin entre le massif de l'Etoile et celui d'Allauch.

Plus loin, la nappe disparaît un moment par suite de dénudation; mais elle reparaît au pied du Garlaban, avec le même faciès de l'Aptien supérieur qui enveloppe, avec charnière visible, une cuvette d'Urgonien; de là, on le suit sur le bord sud du massif d'Allauch jusqu'à la Treille, où une coupe importante, qui avait passé inaperçue, confirme d'une manière remarquable les conclusions précédentes et permet même de les pousser plus loin. Cette coupe (3) répond en tout cas péremptoirement à l'assertion de M. Fournier, que la présence de la nappe renversée dans le bassin de Marseille est une impossibilité (4). On y voit (fig. 3) l'Aptien fossilifère former une voûte complètement dessinée sous l'Hauterivien et sous le Valanginien; sur ce dernier, en gravissant la colline 373, on voit

(1) Le massif d'Allauch. *Bull. du Serv. C. géol.*, t. III, N° 24, et FOURNIER. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII.

(2) In FOURNIER. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXV, p. 36.

(3) M. Fournier, sans attendre la publication de cette coupe, en a réclamé la priorité (C. R. sommaire, séance du 23 janvier 1899). Je me contente de renvoyer à la coupe donnée par M. Fournier (Massif d'Allauch. *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXIII, p. 516, fig. 6). (*Note ajoutée pendant l'impression*).

(4) Je ne connais que la conclusion de la note de M. Fournier et ne puis par suite répondre à ses raisons; mais quelles qu'elles soient, la conséquence qu'il en tire sur ce point est contraire aux faits que j'ai observés.

s'appuyer le Rhétien, qui un peu plus au sud, repose entièrement dans un synclinal de Valanginien. Non seulement la nappe renversée se poursuit jusque-là, mais le Trias qui entoure le massif d'Allauch en fait partie ou en forme le couronnement.

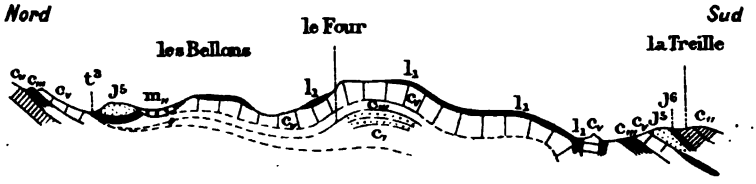


Fig. 3. — Coupe de la Treille au Four.

t^3, Trias ; l_1, Rhétien ; J^5, Dolomies jurassiques ; J^6, Calcaires blancs ; c_v, Valanginien ; c_{iii}, Hauterivien ; c_{ii}, Urgonien ; c_i, Aptien. — Le trait noir indique le Trias et le Rhétien.

Or, c'est le Rhétien de la Treille qui se poursuit et s'épanouit dans le massif de Saint-Julien ; les dolomies, probablement supra-

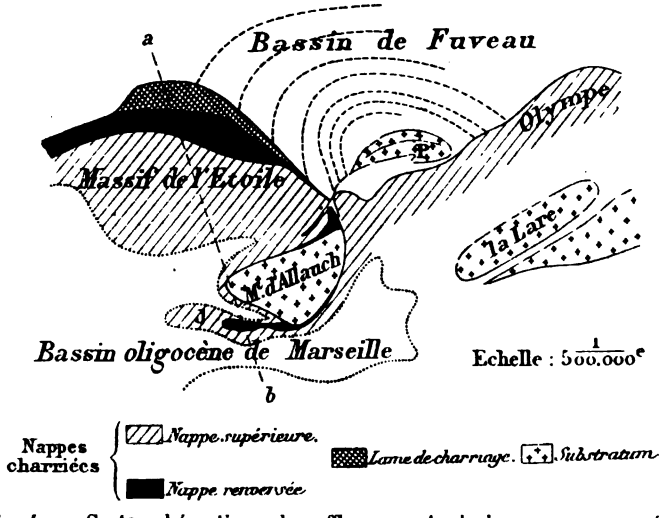


Fig. 4. — Carte schématique des affleurements de la nappe renversée.

P, Massif de la Pomme ; J, Massif de Saint-Julien ; ab, Ligne de coupe (fig. 5). — Les traits ponctués indiquent les courbes de niveau de la grande couche de lignites.

jurassiques de ce massif, forment voûte sous le Rhétien, et l'Aptien découvert par M. Bresson (1) est également, sous les dolomies, une

(1) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XXVI, p. 340.

réapparition de la nappe renversée. *Le Trias de Saint-Julien est superposé au Crétacé.*

Ainsi les courtes interruptions de la nappe s'expliquent facilement par dénudation ou par passage souterrain sous la pointe du massif de l'Etoile ; elles ne peuvent laisser aucun doute sur son unité et sa continuité primitives, que souligne d'une manière remarquable la constance du faciès spécial de l'Aptien supérieur. *La nappe renversée entoure l'ensemble des massifs de l'Etoile et d'Allauch* (fig. 4). Auprès du second, elle s'élève partout comme pour passer au-dessus du massif ; auprès du premier, elle s'enfonce comme pour passer au-dessous et elle passe en effet au moins sous une partie, celle de la pointe nord-est.

Origine de la nappe renversée. — La nappe renversée pourrait devoir naissance à un pli qui suivrait le bord des massifs qu'elle entoure. *Ce pli n'existe pas.* Le massif d'Allauch est hors de question, puisque ses couches s'enfoncent sous la nappe : quant au massif de l'Etoile, les terrains y forment, comme je l'ai dit, une table constamment inclinée vers le sud, et lorsque en plusieurs points seulement, par suite de failles locales, ils retombent vers l'extérieur, c'est avec une pente si douce, en formant une voûte si régulière et si surbaissée, que l'idée même de l'existence d'un pli couché important s'en trouve écartée. Quand cette retombée locale n'existe pas, il y a il est vrai superposition d'une série normale à une série renversée, et dans des cas semblables, c'est le plus souvent simple affaire d'interprétation d'attribuer cette superposition à une surface de glissement ou à un pli. Mais ici l'examen détaillé de la surface de contact permet de trancher la question : d'abord, sur une longueur de plus de 40 kilomètres, il n'y a pas trace de charnière ni d'une inflexion des couches qui puisse l'annoncer ; la nappe renversée contient du Trias en face de points où n'affleurerait que du Jurassique supérieur au sommet du prétendu anticlinal ; la base de la série normale, dans la tranchée de Septèmes, est formée de couches écrasées et laminées, ce que peut expliquer un charriage et ce qu'expliquerait difficilement un pli ; enfin, le long de la rainure qui sépare le massif de l'Etoile et le massif d'Allauch, il faudrait, dans l'hypothèse d'un pli périphérique, que le pli suivît cette rainure ; il serait inexplicable qu'un pli de cette importance n'ait pas orienté les couches parallèlement à sa direction, tandis qu'au contraire les divers bancs de la table inclinée de l'Etoile arrivent, obliquement et sans s'infléchir, au contact de la petite bande triasique qui représenterait l'axe du pli. D'ailleurs il existe pour cette partie une

preuve plus concluante encore : j'ai pu montrer, par de nouvelles observations, que le petit massif de Peipin, à l'est de l'Etoile, était la continuation de la bordure septentrionale, s'avançant plus loin au nord et conservée là au-dessus du Crétacé à la faveur d'une faille d'affaissement. Si par conséquent la bordure correspondait à un pli, ce pli continuerait vers l'est, le long du massif de Peipin ; il ne se continuerait donc pas vers le sud-ouest, dans la rainure où nous en cherchions la trace ; ce pli, couché vers le nord, serait lui-même au nord d'une moitié de la nappe renversée ; ce ne serait donc pas lui qui pourrait en aucun cas lui avoir donné naissance.

Entre tous ces arguments concordants, il n'y a qu'à choisir. Un quelconque d'entre eux serait suffisant pour entraîner la conclusion : *il n'y a pas de pli périphérique autour de l'Etoile*, et la nappe renversée ne peut pas avoir son origine sous le massif. Elle ne peut donc l'avoir que dans une racine *extérieure au massif*, et il y a nécessairement continuité (sauf la possibilité d'amincissement et de laminage complet en certains points), entre cette racine et les différents affleurements de la nappe. Comme, partout où l'on voit le contact sans faille de tassement, la nappe s'enfonce sous le massif, il faut donc que ses divers affleurements se relient par cette voie, que la nappe se continue sous tout le massif, comme nous avons vu qu'elle se continuait sous sa pointe nord-est. Par conséquent, le *massif tout entier de l'Etoile est superposé à la nappe renversée ou à son substratum*, c'est-à-dire à des terrains crétacés[1] (fig. 5). Ainsi nous trouvons,

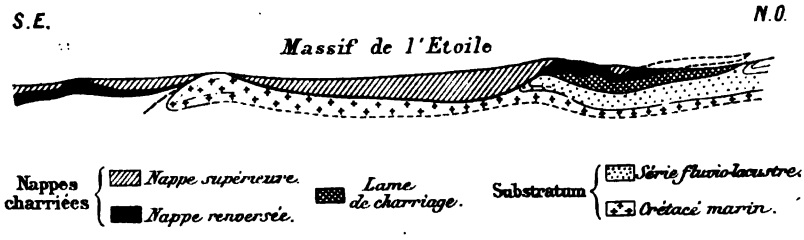


Fig. 5. — Coupe du Massif de l'Etoile.

comme on devait s'y attendre, qu'il existe une *nappe de charriage*, formée de terrains en série normale, au-dessus de la nappe renversée. Le massif de l'Etoile appartient à cette nappe de charriage. Il faut attendre les résultats d'une revision générale avant d'essayer d'en déterminer la provenance. Tout ce que je crois dès maintenant pouvoir affirmer, c'est que *la même nappe renversée* reparaît dans la chaîne de la Sainte Baume, et que le Trias de la vallée de l'Hu-

veaune, entre l'Etoile et Sainte-Zacharie, fait, comme celui de Saint-Julien, partie de la nappe supérieure de charriage.

Massif de la Nerthe. — Je n'ai pas repris en détail l'étude du massif de la Nerthe, dont M. Repelin a bien voulu se charger. Mais il est incontestable que ce massif fait corps avec celui de l'Etoile et que les mêmes conclusions doivent s'y appliquer. Je sais qu'il y a des objections possibles : dans le tunnel de la Nerthe (1) on a traversé les poudingues bégudiens et les couches à Reptiles entre l'Urgonien et l'Aptien, c'est-à-dire dans une position qui, d'après ce qui précède, devrait correspondre à un anticlinal ; or, ces couches forment au contraire une cuvette synclinale. M. Vasseur vient de me signaler une difficulté semblable pour la bande de poudingues que traverse la route des Pennes, près de l'auberge des Cadenaux. Les bandes de poudingues ont toujours le même caractère de bandes en apparence discordantes qui n'interrompent pas la continuité de la série où elles s'intercalent ; mais là elles se présenteraient comme si la discordance était réelle, comme si la brèche s'était déposée sur le Jurassique voisin, au lieu de lui servir de substratum.

Il est certainement facile, pour le tunnel, d'expliquer cette contradiction apparente par des failles locales, et il doit en être de même aux Cadenaux. En tout cas, et sous réserve d'une étude ultérieure, je ne vois là que des difficultés de structure locales et non des objections fondamentales ; tandis que, dans le massif de la Nerthe, je connais deux coupes qui, *à elles seules*, et sans autre alternative possible, me paraissent suffisantes pour démontrer directement que tout le massif est en recouvrement ; ce sont les coupes de la Folie et de Valapoux, au nord de Sausset et de Carri.

Dans ces deux localités, au milieu de plateaux urgoniens, on voit s'ouvrir une dépression allongée, remplie par du Gault (grès verts) et par du Turonien. Le Turonien forme au centre une voûte des plus nettes, sur laquelle s'appuient de part et d'autre le Gault et l'Aptien, qui plonge, avec contacts bien visibles et avec une inclinaison modérée, sous l'Urgonien voisin. Aux deux extrémités de la dépression, les deux flancs urgoniens de l'anticlinal se réunissent en une nappe unique, qui forme le plateau. Il n'y a aucun doute possible, ni sur les conditions de l'affleurement, ni sur sa signification : le Turonien et l'Aptien renversés forment le substratum du plateau urgonien, ce qui est absolument inexplicable s'ils ne forment pas le substratum de tout le massif de la Nerthe.

(1) MATHERON. *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XXI, p. 517 et pl. VII.

II. — Lame de charriage et stratigraphie des nappes charriées

J'ai essayé de donner dans ce qui précède, aussi brièvement et aussi nettement qu'il m'a été possible, le cadre de l'argumentation et les faits principaux sur lesquels elle s'appuie. La question, je crois, est maintenant bien posée ; elle se réduit à ces deux termes qui circonscrivent et résument le problème à résoudre : Existe-t-il autour des massifs de l'Etoile et d'Allauch une nappe de terrains renversés ? Existe-t-il sur les bords du massif de l'Etoile un pli périphérique qui puisse avoir donné naissance à cette nappe ? Les coupes sont assez précises et leurs conséquences sont assez nettes, pour que je considère la solution comme acquise et définitive. La galerie à la mer des Charbonnages des Bouches-du-Rhône fournira, je l'espère, d'ici peu d'années, une preuve plus directe, en passant sous le Trias de Simiane sans le rencontrer (1).

Lame de charriage. — Je passe maintenant à une nouvelle question qui permet de pousser plus avant l'étude des phénomènes de charriage, c'est celle des lames arrachées au substratum et entraînées dans le mouvement à la base des nappes précédemment décrites. Rien n'est plus naturel à priori ; là où le frottement a été trop grand, là, par exemple, où il existait une bosse du substratum, il y a eu *rabotage et entrainement.* C'est ce que permet de constater le lambeau exploité au sud de Gardanne.

Le système très régulier des couches du bassin de Fuveau dessine en affleurements une série de demi-ellipses concentriques autour du petit massif jurassique de la Pomme ; à l'ouest, ces demi-ellipses viennent s'arrêter contre une ligne de faille à peu près parallèle à la bordure de l'Etoile. Cette faille (faille de la Diote), est reconnue en plusieurs points par les travaux de mines ; elle a, vers les affleurements, un pendage au sud de 27°, qui semble diminuer plutôt que s'accroître en profondeur, et elle superpose aux couches bégu-

(1) La galerie à la mer débute au nord dans les couches fluvio-lacustres qui passent sous la nappe renversée. De la comparaison attentive des coupes et des épaisseurs, j'ai conclu qu'elle ne rencontrerait pas le Trias et qu'il y avait même chance pour qu'elle ne rencontrât pas l'Aptien sous-jacent au Trias (mes coupes montrent la base de l'Aptien arrivant *à peu près* au niveau de la future galerie). Il est clair qu'on ne peut, d'après les affleurements, prévoir la profondeur *exacte* d'une cuvette, formée par des plis aigus qui peuvent se terminer en pointe plus ou moins allongée. Je considère la conclusion relative à l'Aptien comme seulement probable, mais il suffit qu'on passe sous le Trias sans le rencontrer pour que la preuve de l'existence de la nappe renversée se trouve faite d'une manière directe et irréfutable.

diennes en place un *paquet* déplacé qui contient en ordre régulier et normal les différents termes de la série fluvio-lacustre, à partir du Fuvélien. La grande couche y est activement exploitée, et, si l'on faisait un puits au-dessous des travaux actuels, on retrouverait la même couche, également peu inclinée, à 300 mètres plus bas. La série est doublée, non par un pli, mais par une faille très oblique.

Il est certain que ce *paquet*, ainsi superposé à la série normale, ne peut venir que du Sud ; il est certain aussi que la portion de couche comprise dans le paquet se plaçait autrefois en continuation de la portion conservée en profondeur ; si l'on savait où cette dernière s'arrête actuellement, si l'on mettait à bout la couche du haut on obtiendrait ainsi une *limite inférieure* de l'espace où s'est déposée la couche *sous* l'emplacement recouvert aujourd'hui par d'autres terrains. Avec les données dont on dispose, on trouve que ce minimum ne peut pas être au-dessous de 6 kilomètres, et toutes les probabilités sont pour que ce nombre soit très inférieur à la réalité.

Ainsi, en s'appuyant seulement sur ce principe si évident, que le développement d'une couche figurée dans une coupe donne la mesure de son extension primitive, on arrive au résultat que le massif de l'Etoile et sa bordure correspondent à un recouvrement d'au moins 6 kilomètres. Si l'on n'oubliait pas trop souvent ce principe incontesté, on se serait habitué depuis longtemps à l'idée des grands déplacements horizontaux, car ces déplacements sont une conséquence nécessaire de la réduction de largeur des bandes montagneuses, dont témoignent toutes les coupes.

En tout cas, le fait certain, c'est qu'il existe au sud de Gardanne, *sous la nappe renversée*, un lambeau de terrains superposé à la série normale et venu du Sud. C'est ce lambeau que j'ai appelé *lame de charriage*. Cette constatation a une grande importance, d'autant plus que des considérations tout à fait indépendantes permettent de conclure qu'un paquet formé des mêmes couches manque sous la chaîne de l'Etoile et a dû en être arraché. En effet, si l'on cherche sur quels étages reposent aux divers points les nappes charriées, on voit qu'elles reposent en avant du massif d'Allauch, sur le système de Fuveau, puis près de Pichauris, sur les calcaires à Hippurites, puis plus au sud, sur le Néocomien et même sur les dolomies jurassiques ; l'étude de la Sainte-Baume montrerait un échelonnement semblable ; on peut ainsi tracer l'amorce de bandes suivant lesquelles les nappes charriées reposent sur un terrain déterminé, et l'on a assez de points pour conclure que ces bandes, quoique un

peu sinueuses, sont, dans leur ensemble, orientées de l'est à l'ouest et que la bande pour laquelle le sommet du substratum est formé de calcaires à Hippurites vient passer sous le sud du massif de l'Etoile. Or, si l'on réfléchit que ce massif n'a pas, comme on le croyait, formé rivage aux dépôts fluvio-lacustres, que ces dépôts s'avancent dans la dépression transversale de l'Huveaune jusqu'en face du Garlaban, et enfin qu'ils existent avec les mêmes caractères dans le bassin du Beausset, il n'est pas douteux qu'ils ne se soient aussi formés sur l'emplacement de l'Etoile. S'ils font maintenant défaut sous le Jurassique et le Trias d'une partie du massif, c'est qu'ils en ont été enlevés, c'est qu'ils ont été *rabotés* par la nappe de charriage. On doit donc s'attendre à les retrouver plus au nord, et, comme on les retrouve en effet dans le lambeau de Gardanne, il y a là une précieuse confirmation. D'une part, l'existence du lambeau fait prévoir qu'il a été arraché sous le massif de l'Etoile ; d'autre part, l'étude du massif montre que, précisément à la place prévue, les terrains du lambeau devraient exister et font partout défaut.

Retroussements du substratum. — Mais cette même étude permet d'aller plus loin : les nappes de charriage n'ont pas seulement *raboté* leur substratum dans les points où un obstacle, par exemple une saillie préexistante, augmentait les frottements et s'opposait à la marche en avant ; elles ont aussi *retroussé* les bancs qui formaient obstacle, donnant ainsi naissance à des synclinaux couchés, dont le flanc supérieur est constitué par la nappe charriée : ce sont des synclinaux isolés ou tronqués, auxquels ne succède pas un véritable anticlinal. Le synclinal d'Allauch, déjà tant de fois décrit, en est le meilleur exemple : le Crétacé inférieur renversé a été rabattu sur le Sénonien ; à Allauch même on pourrait croire que le Trias qui surmonte ce Crétacé représente un anticlinal faisant suite au synclinal, mais, en suivant la bordure, on voit l'Aptien s'intercaler entre le Valanginien et le Trias, c'est-à-dire à une place incompatible avec cette interprétation ; le synclinal d'Allauch n'est qu'un *synclinal de retroussement*, formé par le frottement de charriage.

La comparaison des coupes successives montre qu'il en est de même pour le retroussement de la grande couche, constaté sous le massif jurassique par la galerie de Valdonne. La chose est encore plus évidente pour le synclinal de Bouc, qui, d'après les remarquables études de M. Vasseur, affecte les couches éocènes en avant de la lame de charriage. Ces trois synclinaux sont ainsi dus à une même cause, à un même mode de formation, et leur ensemble peut même être considéré comme ne formant qu'un synclinal unique ;

ils affectent, à mesure qu'on s'avance vers le nord, des terrains de plus en plus récents, et, malgré les faibles ondulations du substratum dans les intervalles qui les séparent, ils s'emboîtent à distance l'un dans l'autre.

Le long de la crête de Notre-Dame-des-Anges et du Pilon du Roi, la nappe renversée a été de même retroussée par un glissement local de la nappe supérieure, et les coupes que j'ai données pour le bassin houiller du Nord y montrent, à Denain, un retroussement semblable de la lame de charriage. C'est donc là une conséquence très générale des phénomènes de transport horizontal. Ces *synclinaux de retroussement* sont un trait caractéristique du substratum des nappes charriées.

Il est vraiment remarquable de voir combien ces données très simples fournissent une explication rationnelle et facile de tous les détails, si complexes en apparence, de la coupe d'ensemble : le rabotage a détaché une lame de charriage, qui a suivi le mouvement et est allée se loger dans la dépression la plus voisine; mais, en y prenant place, elle a déterminé en arrière une sorte de double remous ; la nappe supérieure a glissé sur la nappe renversée, dont elle a retroussé les bancs (pli retourné de Notre-Dame-des-Anges), et, un peu plus loin, au sud, le Crétacé a glissé sur le Jurassique (faille de la Mure), mais cette fois sans produire de retroussements.

Stratigraphie des nappes charriées. — L'arrangement des couches dans les nappes charriées donne lieu aussi à des remarques intéressantes qui peuvent se résumer dans des formules très simples, dont l'application, en Provence au moins, semble d'une grande généralité.

Dans la nappe renversée, les surfaces de glissement secondaires (*thrust planes*) sont très nombreuses et divisent la masse comme en une série de tranches distinctes, où les étirements et suppressions de couches varient d'une manière indépendante. Les surfaces de séparation des tranches correspondent à des couches plus marneuses qui ont en quelque sorte servi de lubréfiant, et ainsi l'on a, près de Simiane, une tranche de Crétacé supérieur, une tranche d'Aptien, une tranche de Crétacé inférieur et de Jurassique, une tranche de Trias. C'est tantôt l'une, tantôt l'autre de ces tranches qui est développée, et les unes ou les autres disparaissent très brusquement ; chacune d'elles forme une sorte de système de boules en chapelets, dont les amincissements intermittents se font en général par la suppression successive des assises supérieures (les plus anciennes), comme si chaque tranche avait raboté la tranche sous-jacente et

reposait sur elle en discordance. La discordance maximum a lieu pour la tranche triasique, qui repose souvent sur des assises beaucoup plus récentes et parfois même y forme des poches qui se coincent en profondeur; c'est là l'origine d'une partie au moins de ces traînées filiformes de Trias, qui sont une des singularités de la géologie provençale. La nappe renversée a pour analogue, dans le bassin houiller du Nord, le *lambeau de poussée* de M. Gosselet; M. Gosselet a fait remarquer depuis longtemps que le lambeau de poussée était, par sa nature même, irrégulier et intermittent, comme doivent l'être les lambeaux d'une nappe étalée sur un espace très supérieur à sa surface primitive. En Provence, on voit cette irrégularité et cette intermittence s'étendre à chacune des tranches dont l'ensemble forme la nappe renversée.

Il en est tout autrement pour la nappe supérieure; celle-là s'est transportée en masse; la série des couches y a conservé la succession et l'épaisseur normales; à peine y remarque-t-on, de places en places, quelques lacunes, quelques disparitions de couches qui se produisent curieusement toujours aux mêmes niveaux, au voisinage des étages marneux (base du Bathonien ou Néocomien), c'est-à-dire aux points de décollement facile; mais ces disparitions passagères sont les seules traces anormales qu'on observe sur des hauteurs de plusieurs centaines de mètres. Tout l'effort et tous les effets de glissement se sont concentrés à la base; là, les couches ont souvent subi des étirements énormes, et le contraste est frappant entre cette base écrasée et la série régulière qui la surmonte. Tantôt, comme à la tranchée de Septèmes, on y trouve sur quelques mètres des représentants de tous les étages, du Trias au Bajocien; tantôt on voit reposer sur le Trias, directement et en concordance, les dolomies du Jurassique supérieur ou même le Crétacé. Ce sont là des phénomènes très spéciaux et absolument propres aux nappes de charriage : dans le flanc normal des grands plis, on observe bien quelquefois des surfaces de glissement à peu près parallèles aux bancs et entraînant par suite la suppression d'une partie de la série; mais les vrais étirements y sont exceptionnels et l'on n'a jamais signalé qu'ils fussent plus fréquents près de la base. Ici, au contraire, la séparation est des plus nettes : la base s'écrase dans toutes les proportions et, immédiatement au-dessus, la succession devient complètement régulière. C'est bien ce que l'on doit attendre dans le cas d'un transport en bloc.

Entre la nappe renversée et la nappe supérieure, le Trias joue un rôle spécial. L'écrasement de la base le fait disparaître sur de

larges espaces, tandis que sur d'autres il se retrouve avec toute son épaisseur ; il ne participe plus alors aux étirements qui continuent à se produire au-dessus de lui. Il « fait boule » en certains points comme s'il avait rempli et comblé des dépressions préexistantes ; il semble s'être casé dans ces dépressions, ainsi que nous l'avons vu pour la lame de charriage, et s'être ainsi détaché de la nappe qui continue son mouvement et passe au-dessus de lui. C'est là l'origine de la bande triasique de l'Huveaune et, en deux points encore, au nord et à l'est, on peut la voir se rattacher par un filet étiré à la base de la nappe supérieure.

Il y a, comme on le voit, de grandes analogies avec les phénomènes sédimentaires : le rabotage du substratum correspond à l'abrasion marine ; les étages les plus anciens comblent les dépressions, comme l'argile plastique dans le bassin de Paris, et se réduisent ou disparaissent sur les bosses du substratum, puis, au-dessus, la série reprend sa régularité. Quant à la lame de charriage, elle rappellerait, aux dimensions près, les transports par les glaciers.

Répartition des faciès. — Il n'entre pas dans le plan de cette courte note d'examiner les exemples des autres pays, ni de discuter les arguments qui ont été donnés pour ou contre la théorie des grands charriages. Je voudrais pourtant dire quelques mots d'une objection à laquelle, à mon avis, on attache trop d'importance et qui, en tout cas, pour la région ici décrite, se retournerait dans l'autre sens ; c'est celle de la répartition des faciès.

En étudiant la distribution des affleurements, tels qu'ils se présentent actuellement, nous arrivons à nous faire une certaine idée provisoire de la répartition des faciès, à laquelle l'esprit a eu le temps de s'habituer ; on ne s'étonne plus, ni de voir le même faciès reparaître identiquement à de grandes distances, ni de trouver en d'autres points des variations relativement très brusques. Si, en invoquant de grands déplacements horizontaux, on vient à proposer implicitement une modification dans cette répartition admise, on paraît d'abord se heurter à des contradictions plus ou moins fortes et l'on oublie volontiers que la contradiction existe seulement entre l'ancienne et la nouvelle hypothèse. Avant de pouvoir tirer quelque conclusion de ces sortes de considérations, il faudrait savoir exactement ce qui est en place et ce qui ne l'est pas ; il faudrait pouvoir juger dans son ensemble la nouvelle répartition et voir si elle présente plus ou moins d'anomalies, de variations brusques, de réapparitions à distance que celles qu'on admettait autrefois. Mais nous n'en sommes pas encore là.

Par contre, dans le détail, si deux massifs de composition très différente sont en contact, ou mieux encore, si la composition des couches dans un massif diffère profondément de toutes celles qui l'entourent, il y a là un argument que, dès maintenant, on peut faire valoir et qui crée au moins la probabilité de juxtaposition par charriage. C'est ce qui arrive pour le massif d'Allauch. Le Valanginien y a une épaisseur et une composition spéciales; l'Hauterivien et l'Urgonien s'y amincissent vers le nord jusqu'à disparaître, l'Aptien et le Cénomanien font partout défaut, tandis que sur tout le pourtour l'Urgonien se montre avec une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, que l'Aptien y atteint un développement exceptionnel, que le Gault y est signalé et que le Cénomanien y contient des Caprines. Si l'on admet ce genre d'arguments, il ne peut être nulle part plus frappant, et il faut en conclure que les couches du massif d'Allauch n'ont pu être déposées en continuité avec celles de la ceinture.

La spécialisation de l'Aptien dans la nappe renversée et son analogie avec l'Aptien de la bordure sud-est du bassin du Beausset, fournirait un argument moins précis qu'il n'est pourtant pas inutile de rappeler. Je vois là surtout actuellement des éléments à retenir pour une discussion d'ensemble de la question, qui sera peut-être possible un jour en Provence, mais qui serait aujourd'hui prématurée.

III. — Rapprochement avec le bassin houiller de la Haute-Silésie

J'ai montré (1) que l'interprétation à laquelle on est conduit pour la bordure du bassin crétacé de Fuveau reproduit jusque dans ses détails celle que j'ai donnée pour le bassin houiller du Nord. Dans les deux régions un grand phénomène de charriage, post-houiller dans l'une, post-crétacé dans l'autre, est la cause première et fondamentale de tous les accidents qui se retrouvent dans le même ordre et avec le même caractère. Dans le Nord, les retroussements du substratum (plus isolés que dans le Midi à cause d'une surface de glissement formée dans ce substratum et donnant naissance au *cran de retour*) se voient dans la même position que le pli de Bouc et constituent les lambeaux d'Abscon et de Douai; la faille d'Abscon est la grande surface de glissement au-dessus de laquelle on trouve d'abord la *lame de charriage* (lambeau de Denain), puis la nappe renversée (*lambeau de poussée*, intermittent, comme je l'ai dit et

(1) *Ann. des Mines*. Juillet 1898.

manquant en plusieurs points), enfin, la nappe supérieure, représentée par le massif de l'Ardenne. L'Ardenne correspond à l'Etoile, le lambeau de poussée au massif de Simiane, le lambeau de Douai à celui de Gardanne et le pli d'Abscon au pli de Bouc. C'est presque « la reproduction d'un même modèle ». Il y a là un nouvel argument d'une grande force en faveur des conclusions précédentes.

Je voudrais ici, sans revenir sur cette comparaison avec le bassin houiller du Nord, indiquer un autre rapprochement, qui ne mène pas sans doute à la constatation d'une pareille identité, mais qui ne m'en paraît pas moins assez remarquable : c'est celui qu'on peut faire avec le bassin houiller de la Haute-Silésie. Ce bassin, comme on sait, est situé au pied des Carpathes ; la bordure est donc formée par une chaîne bien postérieure au bassin lui-même et on doit s'attendre, par conséquent, à trouver de grandes différences dans la manière dont le bassin a été affecté par les plissements. Il n'y a plus homologie entre les deux exemples, mais on y retrouve pourtant, au moins avec probabilité, la trace de phénomènes comparables.

J'ai dit plus haut que les courbes de niveau de la couche de lignite, dans le bassin de Fuveau, dessinent (voir fig. 4, page 637), une série de demi-ellipses concentriques, ouvertes vers le sud et tronquées par les massifs de bordure. Il en est de même dans la Haute-Silésie ; les affleurements du Culm et les tracés des différentes couches de houille constituent une série de grandes courbes concentriques, ouvertes vers les Carpathes et tronquées par la chaîne tertiaire (fig. 6). Dans les deux cas on ne voit qu'une moitié de bassin et on doit se demander où est la seconde moitié. Pour Fuveau, j'ai montré qu'elle est, ou du moins qu'elle était sous le massif de l'Etoile ; pour la Silésie, M. Suess n'hésite pas à répondre, d'après le seul dessin des affleurements (1) : *la seconde moitié est sous les Carpathes.*

« Hochstetter, dit-il, a émis il y a longtemps la même hypothèse, et, pour ma part, je l'ai toujours admise. Stur, en discutant la question, est parti des mêmes prémisses; Zicinsky, enfin, a marqué en pointillé la continuation présumée des couches de houille sous les Carpathes et a tracé sa coupe en harmonie avec cette reconstitution. Mais comme les dépôts houillers reposent en concordance sur le Dévonien et le Culm des Sudètes, et que les différences dans la topographie ne sont dues qu'à la moindre résistance du Houiller aux actions atmosphériques, il en résulte qu'on doit considérer

(1) *La Face de la Terre*, vol. I, p. 244.

ces couches comme une partie intégrante des Sudètes elles-mêmes et que les plissements des Carpathes ont passé par dessus la surface plane et peu accidentée du bassin houiller, tandis que les masses redressées de schistes et de grès de la zone du Culm ont opposé une résistance à la prolongation des plis : une partie des Sudètes se trouve donc en réalité sous les Carpathes ».

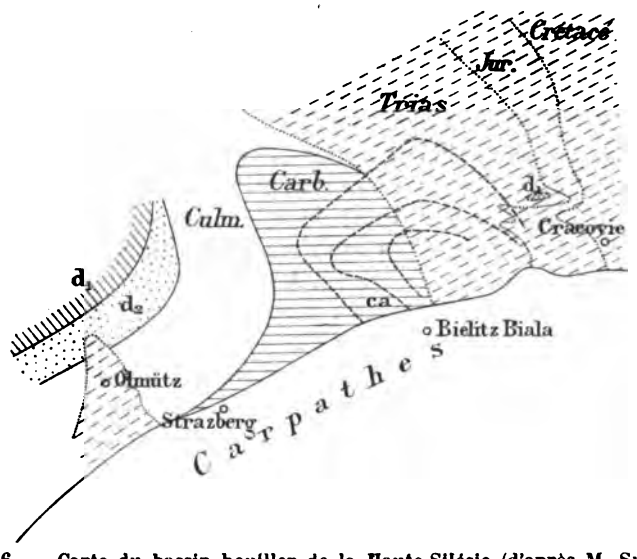


Fig. 6. — Carte du bassin houiller de la Haute-Silésie (d'après M. Suess).

d_1, Dévonien inférieur ; d_2, Dévonien supérieur ; ca, Carb., Terrain houiller Jur., Jurassique. — Les traits ponctués indiquent les couches de houille.

Cette citation fait bien comprendre en quoi les conditions du charriage supposé auraient différé en Silésie de celles de la Provence ; en Provence, les glissements ont eu lieu sur des terrains dont le dépôt était relativement récent, qui n'avaient peut-être pas encore été émergés et dont la surface plane devait presque partout former une base favorable. En Silésie, il aurait eu lieu sur un sol accidenté, rugueux et défavorable. Or, nous avons vu qu'en Provence les bosses préexistantes du substratum avaient déterminé l'arrachement et le transport de lames de charriage ; l'accidentation plus grande sous la nappe des Carpathes, si l'hypothèse de de M. Suess est exacte, aurait donc dû à plus forte raison et plus souvent encore déterminer des arrachements et des transports semblables. Or, précisément, on trouve sur le bord des Carpathes,

enfouis dans le Flysch, d'énormes blocs « exotiques », dont l'origine semblait jusqu'ici inexplicable et dont l'analogie avec les lames de charriage paraîtra peut-être maintenant assez vraisemblable.

Ces blocs ont été décrits par M. Stur (1), auquel j'emprunte les renseignements suivants :

On avait apporté à M. Stur des empreintes de plantes westphaliennes, provenant de Strazberg (rive gauche de la Beczwa, entre Hustopetsch et Wál-Meseritsch), en pleine région de grès des Carpathes. On fonça dans le voisinage un puits qui rencontra en effet le terrain houiller, mais avec des circonstances tout à fait extraordinaires. Jusqu'à 57 mètres de profondeur, on resta dans une argile plastique, remplie de blocs de la grosseur du poing ou de la tête, ou même plus gros encore. Dans les dix derniers mètres les blocs étaient devenus plus nombreux, et au lieu d'être, comme au début, formés de picrite et de teschénite, ils étaient surtout formés de grès et de schistes houillers, ces derniers montrant même des traces de charbon adhérentes. A 57 mètres, le puits entra entièrement dans le terrain houiller; 4 mètres plus bas, l'argile reparut d'un côté, au nord-ouest, et s'avança jusqu'au milieu du puits, puis se retira, si bien qu'à 68 mètres, le puits était de nouveau entièrement dans le terrain houiller. On y rencontra même une couche de 70 cent. d'épaisseur, qu'on suivit en aval-pendage ; mais à 20 cent. au-dessous de la couche, on retrouva l'argile avec blocs, où l'on était entièrement à la profondeur de 75 mètres et d'où l'on n'est plus sorti.

La couche de houille avait une inclinaison de 46 à 47°, avec une direction N.O.-S.E. ; on l'exploita dans toute l'étendue du bloc et on en retira 1450 tonnes de charbon. Elle était parfaitement régulière, continuant avec toute son épaisseur jusqu'à la limite du bloc, sans aucune des altérations qui accompagnent les affleurements ou les surfaces exposées à l'air. « L'exploitation, dit M. Stur, montra avec évidence (comme pour beaucoup de Klippen) qu'il s'agit là d'un bloc, après enlèvement duquel il ne reste qu'un espace vide dans le terrain où il était enfoui ».

Le bloc était nettement anguleux; les pointes entourées et comme préservées par l'argile, n'avaient même pas été émoussées : dans la pointe extrême, le charbon conservait toutes ses qualités et restait analogue aux charbons connus des couches westphaliennes du bassin. M. Stur en conclut : d'une part, que le bloc n'a été enfoui

(1) Die Tiefbohrung bei Batzdorf, nördlich bei Bielitz Biala, *Jahrb. K. K. geol. Reichsanst.*, 1892, 1.

que longtemps après sa formation, et, d'autre part, qu'il n'a subi qu'un transport insignifiant.

Ce bloc n'est pas le seul connu ; dans un autre puits, un peu à l'ouest, on en a rencontré un second, de dimensions encore plus grandes, puis un troisième un peu plus petit, dans une recherche faite à l'est, sur le bord de la Beczwa. Enfin on dit qu'autrefois, au nord-est, près de Perna, on a mis à jour un quatrième bloc, d'où l'on a aussi tiré du charbon. Tous ces blocs contiennent des plantes westphaliennes et il n'y a aucun doute possible sur la question de leur âge.

On est là à 40 kil. au sud-est des premiers affleurements des couches du Culm d'Ostrau, et à 60 kil. des couches westphaliennes du bassin. On pouvait donc croire qu'en se rapprochant de ces affleurements, en se mettant en face du centre du bassin, on aurait plus de chances de faire des trouvailles plus importantes ; mais un sondage entrepris à Batzdorf, au nord de Bielitz Biala, est descendu jusqu'à 222 mètres sans rencontrer autre chose que du flysch (grès supérieur des Carpathes) en couches tourmentées et, par places, fortement redressées.

Tels sont les faits décrits par M. Stur. Le transport de ces blocs par l'eau semble bien incompatible avec leurs dimensions, avec la conservation de leur forme anguleuse et avec celle de la bonne qualité de la houille jusque sur les bords ; ces blocs n'ont été exposés ni à l'action de l'eau, ni à celle de l'air. Il faudrait d'ailleurs aller chercher les affleurements qui auraient pu leur donner naissance, soit à 60 kil. au N.-E., soit du côté de Zemplen, à 250 kil. au S.-E. (1).

L'hypothèse d'un transport mécanique s'offre alors naturellement à l'esprit : si une nappe de charriage peut entraîner des blocs comme celui de Gardanne, de plusieurs kilomètres de côtés et de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, pourquoi n'en pourrait-elle pas entraîner d'autres de dimensions dix et cent fois moindres ? J'ai insisté sur la régularité des couches dans le lambeau de Gardanne : ces transports se font lentement et sans violence ; la conservation des angles sur les bords, et à plus forte raison celle des qualités du charbon, est parfaitement compatible avec une pareille origine. Ce qui semblerait seulement dans cette hypothèse plus difficile à expliquer, c'est l'enfouissement dans le Flysch.

(1) Le terrain houiller ne reparaît pas au sud dans le Tatra, où il y a peut-être seulement quelques grès attribuables au Permien. A l'est du Tatra, entre Dobschau et Kaschau, on connaît du Culm avec Productus et, plus à l'est encore, auprès de Zemplen, on retrouve un affleurement de couches westphaliennes.

Or, si l'on se représente la position du lambeau de Gardanne, en rétablissant par la pensée les couches qui ont dû être dénudées au-dessus de lui, on voit qu'il serait compris entièrement entre le substratum, formé par la série fluvio-lacustre crétacée et entre la nappe renversée ayant, à sa base, divers termes de la même série. Il serait donc en réalité enfoui, lui aussi, dans le Flysch de la région provençale, c'est-à-dire dans le système fluvio-lacustre de Fuveau. Pour que les blocs des Carpathes aient une position exactement semblable, il suffit de supposer qu'ils sont situés à la limite d'un Flysch normal en place et d'un Flysch renversé. Il n'y a, il est vrai, aucun argument à donner en faveur de cette hypothèse, mais je n'en connais aucun non plus qui lui soit contraire.

Une différence consisterait aussi dans la grande ancienneté relative des blocs ainsi transportés. Il suffit, pour se l'expliquer, de reprendre ce que j'ai dit plus haut du *rabotage* exercé sur le substratum. Sous l'Etoile, ce rabotage peut s'évaluer comme étant descendu à un millier de mètres de profondeur, c'est-à-dire comme ayant enlevé une lame de mille mètres d'épaisseur. Il n'y a évidemment rien d'impossible à ce qu'un rabotage de pareille importance, surtout au-dessus d'une saillie préexistante, ait entamé quelque part le fond paléozoïque, dont un lambeau se serait ainsi trouvé entraîné à la base de la lame de charriage ; il n'y aurait rien d'étonnant non plus à ce que cette lame, comme nous l'avons vu pour le lambeau de poussée, ait été étalée sur un plus large espace, morcelée en fragments discontinus et que les débris s'en retrouvent à l'état de blocs isolés. Tout cela est possible, rationnel et conforme aux analogies avec la Provence ; il resterait seulement à savoir si l'existence de deux nappes de Flysch, l'une normale et l'autre renversée, est compatible avec ce qu'on sait de la géologie de la région.

Je n'ai naturellement pas la prétention d'aborder ce problème, mais il m'a paru intéressant de montrer que pour un fait étrange, au sujet duquel aucun essai d'explication n'a pu être proposé, la comparaison avec la Provence fournit à distance les bases d'une solution possible, qui vaut en tout cas la peine d'être discutée. Si cette solution se montrait plus tard être acceptable, il me semble probable qu'elle pourrait remettre en question l'origine des « Klippen » des Carpathes.

SUR L'AGE ET LES RELATIONS STRATIGRAPHIQUES DE QUELQUES CALCAIRES PALÉOZOÏQUES DES ENVIRONS DE PIERREFITTE ET D'ARGELÈS (HAUTES-PYRÉNÉES)

par M. **A. BRESSON.**

J'ai déjà décrit très succinctement dans une précédente communication (1) la structure du Massif silurien compris entre Pierrefitte et Cauterets et j'ai montré qu'il se compose d'une série de plis très écrasés dont l'ensemble est disposé en éventail. La retombée nord du pli le plus septentrional ou pli de Pierrefitte se fait régulièrement dans la vallée du Gave de Pau, jusqu'à Argelès, et j'ai signalé également la présence, sur les deux rives du Gave, des schistes coblenziens à *Pleurodictyum* aff. *problematicum* Goldf.; *Spirifer Pellicoï* de Vern.; *Sp. macropterus* Goldf.; *Phacops* aff. *Potieri* Bayle.

C'est dans cette série de schistes que sont compris les calcaires dont nous avons à discuter aujourd'hui l'âge et les relations stratigraphiques. Le Dévonien inférieur est représenté, au nord de Pierrefitte, dans la vallée du Gave de Pau, par une bande large d'environ 7 kilomètres qui s'étend d'une part entre les villages de Saint-Savin et de Gès et ceux de Beaucens et de Saint-Pastous d'autre part.

Cette bande est la continuation vers l'est des affleurements fossilifères du Col d'Aubisque, où l'on a signalé depuis longtemps (2) la faune du Dévonien inférieur, et de ceux des environs d'Arrens. La faible résistance des schistes qui la composent se traduit dans la topographie par des profils adoucis et par de larges croupes couvertes de prairies. Dans les environs d'Argelès la présence des schistes délitables est révélée par un sillon ou fossé qui sépare les cimes siluriennes du sud, des crêtes secondaires de la bordure septentrionale de la chaîne. La monotonie du relief depuis longtemps modelé par l'érosion est toutefois brusquement interrompue par des massifs calcaires qui fixent le regard par leurs contours

(1) Feuille de Luz. *C. R. C. G.*, n° 63, T. X, 1898, p. 98-100.

(2) Voir DE MERCEY. *B. S. G. F.*, 2e Sér., XXIII, p. 280, et ŒHLERT, *ibid.*, 3e Sér., XVII, p. 425-434.

anguleux et leurs crêtes abruptes et donnent l'impression d'une masse de blocs démantelés, surajoutés à des terrains plus anciens.

Le premier de ces massifs est situé dans le voisinage du village d'Artalens. Il se poursuit vers l'est dans la direction des cabanes d'Hourquet en affectant la forme d'une traînée ou muraille de blocs disloqués. Au nord s'élèvent d'autres saillies calcaires plus importantes et plus étendues formant la montagne Peyre-Duffau. Les calcaires y sont là très froissés et se prolongent à l'ouest jusqu'aux environs de Saint-André, où ils cessent brusquement sous forme de falaise au moment où ils atteignent leur maximum d'épaisseur. Vers l'est ils s'entrelacent bizarrement dans les schistes et ne sont plus guère visibles au-delà du Soum de Tramassel. Un peu au sud de Saint-Pastous on trouve un troisième affleurement, très limité, au point 1139. Enfin le plus important de ces lambeaux, situé à l'ouest d'Argelès, sur la rive gauche du Gave, dessine une crête étroite et culminante séparant en deux parties à peu près égales le fossé dont il a été question et portant les signaux de Gès 1097, 1330, 1403, 1586 et 1817 au nord de Gaillagos.

J'ai entrepris dernièrement l'étude détaillée de ces formations calcaires dont l'âge et les relations stratigraphiques n'avaient pu être établis, en l'absence de fossiles, d'une manière satisfaisante. Malgré les remarquables prévisions de quelques géologues il restait une lacune que nous avons essayé de combler par une étude minutieuse sur le terrain.

Le premier affleurement commence, ai-je dit, un peu à l'ouest du village d'Artalens et se poursuit vers l'est jusqu'aux granges de Hourquet. Cette bande, d'abord peu épaisse (20 à 30 mètres), augmente rapidement de puissance en avançant vers les granges où elle dépasse 100 mètres. Au-delà elle n'est plus marquée que par une traînée de blocs disloqués visibles sur la croupe sud-ouest du Soum de Tramassel. Les éléments qui la composent sont de trois sortes :

1° Des calcaires blancs compacts ;

2° Des calcaires dolomitiques et siliceux alternant avec les précédents ou les remplaçant latéralement ;

3° Des marbres griottes et verts interstratifiés.

Les bancs presque verticaux à Artalens et affectant la forme d'un dyke à parois peu visibles en raison des éboulis et du glaciaire, s'inclinent peu à peu en avançant vers Hourquet où nous avons relevé la coupe de la fig. 1.

Les calcaires en question reposent donc sur le Coblenzien, très

fossilifère en ce point, en transgression et discordance, et, de ce fait comme de la présence de marbres rouges et verts (un peu à l'est d'Hourquet sur le sentier du lac d'Isaby) on peut inférer déjà qu'ils n'appartiennent pas au même système que les schistes encaissants. Il convient d'ajouter qu'en ce point je n'ai trouvé aucune trace de fossiles à l'exception des tiges *d'encrines* dont certains bancs sont pétris.

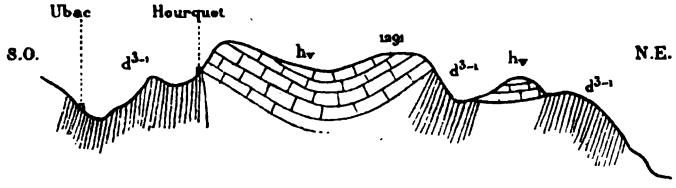


Fig. 1. — Coupe prise à Hourquet

d^{3-1}, Dévonien inférieur; h_v, Carbonifère.

Le second lambeau qu'on rencontre en avançant vers le nord, forme une série de crêtes abruptes sensiblement parallèles et parallèles à la traînée calcaire d'Hourquet. La direction en est à peu près nord-ouest-sud-ouest et le sommet 1794 en forme le point culminant.

Il est composé des mêmes éléments que le premier, mais les marbres griottes et verts ne sont bien visibles que sur le revers septentrional du 1794, où ils ont été l'objet d'études en vue d'une exploitation.

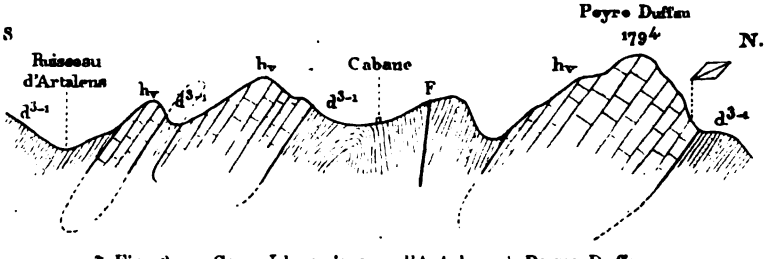


Fig. 2. — Coupe du ruisseau d'Artalens à Peyre-Duffau.

d^{3-1}, Dévonien inférieur; h_v, Carbonifère.

L'allure de la bande est particulièrement intéressante parce que les bancs, ainsi que l'indique la figure 2, plongent tous uniformément vers le sud ainsi que les schistes coblenziens dont nous reparlerons tout à l'heure. La masse au premier abord paraît se

comporter comme si elle était interstratifiée dans les schistes. Ce n'est là qu'une fausse apparence, car en la suivant vers l'ouest on la voit disparaître au méridien de Saint-André au moment où elle atteint son maximum de largeur.

Le même fait peut être vérifié au sud-est du Soum de Tramassel, près des cabanes (Fig. 3) où les griottes et calcaires blancs sont enfouis dans le Coblenzien à la faveur de failles.

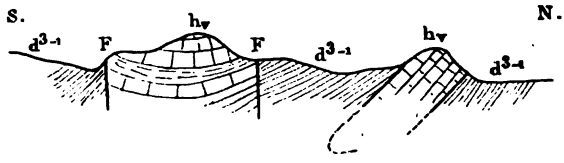


Fig. 3. — Coupe prise à Tramassel, près des cabanes.

Même légende qu'à la Fig. 2.

On peut encore conclure de cette observation que ces calcaires ne sont pas enracinés.

La coupe 2 montre d'ailleurs une première bande dévonienne suivant le cours du ruisseau d'Artalens où nous avons trouvé dans les ardoisières de Saint-André : *Pleurodictyum* aff. *problematicum* Gold., *Phacops* aff. *Potieri* Bayle, à laquelle succède de l'autre côté des calcaires, une traînée filiforme (2 mètres à 0,40 cent.), où abondent les polypiers coblenziens. Au-delà de la masse principale et au-dessus de la cabane les schistes qui forment là manifestement une voûte nous ont fourni : *Pleurodictyum problematicum, Spirifer Pellicoï, Atrypa reticularis* Lin., *Phacops* aff. *Potieri* Bayle, que de longues recherches ont fait retrouver de l'autre côté de Peyre-Duffau.

Ces faits tendent simplement à prouver que le substratum schisteux est affecté de nombreuses ondulations au milieu desquelles les calcaires ont été enfouis et préservés contre les effets de la dénudation. Les seuls fossiles rencontrés dans les couches calcaires se rapportent à des encrines et des polypiers très mal conservés et indéterminables, mais intéressants par le fait qu'ils se retrouvent au pic de Gès et au point 1139.

Le point 1139 au sud de Saint-Pastous est couronné par le dernier lambeau que l'on rencontre en avançant vers le nord sur la rive droite du Gave de Pau. Les calcaires (Fig. 4) y sont là presque verticaux et forment un îlot de 400 à 500 mètres de largeur sur 100 mètres environ d'épaisseur. Au sud affleurent les calcaires dolomi-

tiques alternant avec les calcaires blancs, tandis que le long de la paroi septentrionale se montrent les calcaires griottes.

L'ensemble repose encore sur le Coblenzien dont les bancs plongent vers le sud et renferment à Crouts : *Pleurodictyum problematicum* Goldf., *Fenestella* aff. *plebelia* M'Coy, mais le contact n'est nulle part bien visible à cause des éboulis et du glaciaire.

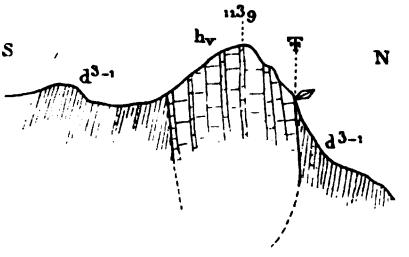


Fig. 4. — Coupe prise au point 1139 au sud de Saint-Pastous.

Même légende qu'à la fig. 2.

Dans les griottes on trouve au point 1139 : *Prolecanites Henslowi* Sowerby, *Glyphioceras crenistria* Phillips, *Orthoceras;* et dans les calcaires blancs : *Martinia* cf. *glaber*.

La coupe du pic de Gès (à l'ouest d'Argelès) (Fig. 5) montre sur le revers oriental et le versant nord du Pic les schistes coblenziens *Pleurodictyum*, *Spirifers*, etc., plongeant fortement vers le sud-ouest. Le corps même du massif est formé par les calcaires dolomitiques, les calcaires blancs et les griottes dont je viens de parler. Ces couches manifestement discordantes sur le socle schisteux ainsi que l'a bien remarqué M. Seunes (1) atteignent plus de 300 mètres d'épaisseur au pic, probablement par suite de replis, et se poursuivent vers l'ouest, comme il a été dit plus haut, par une longue crête interrompue seulement par quelques cols. Les griottes du versant nord du pic de Gès présentent quelques rares *Goniatites* parmi lesquelles *Prolecanites Henslowi* Sow. est bien reconnaissable.

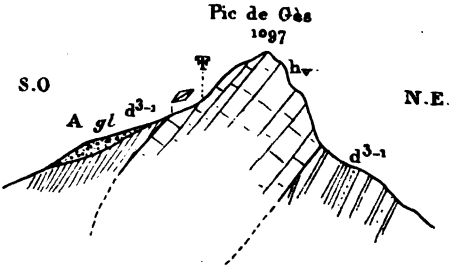


Fig. 5. — Coupe prise au pic de Gès (à l'ouest d'Argelès).

Même légende qu'aux figures 1 et 2.

(1) Nous sommes heureux de présenter à M. Seunes nos sincères remerciments pour la bienveillante communication qu'il a bien voulu nous faire de la discordance observée au pic de Gès.

Les calcaires blancs renferment les mêmes polypiers que nous avons trouvés à Saint-André et au point 1139. Il est donc établi, par comparaison du faciès minéralogique et les rares fossiles découverts, que tous les calcaires en question sont du même âge et que tous reposent invariablement sur le Coblenzien.

Toutefois avant de formuler des conclusions il convient de dire quelques mots sur lees calcaires reconnus par M. Seunes aux environs d'Arrens (1). Ces calcaires dessinent sur la carte une sorte d'arc de cercle discontinu grossièrement convexe vers le nord entre Aucun et le mont Laid. Les points principaux de cette crête sont les pics de Saussé, de Berbeillet (1567^{m}), d'Allias (1664^{m}), du Picord (1442^{m}), d'Escoute (1441^{m}) et le mont Laid (802^{m}). Malgré des études trop courtes qui m'invitent à une extrême prudence dans les affirmations, je ferai cependant entrevoir la possibilité d'un synchronisme de ces dépôts avec ceux du Gès dont ils sont géologiquement la continuation vers l'ouest, ramenée d'environ 3 kilomètres vers le Sud au méridien de Gaillagos et d'Aucun par un accident qui n'est probablement pas sans relation avec la courbe décrite plus au sud par les affleurements siluriens (courbe décrite par les schistes carburés de Sireix et Bun et par la bande ordovicienne de Pene Rouge et de Pan Labassère).

Au Mont Laid, M. Seunes a découvert (2) une tête de *Proëtus* que l'on sait exister dans le Carbonifère et des Polypiers probablement identiques à ceux de Saint-André et du Gès retrouvés d'ailleurs par M. Seunes au Berbeillet. De plus, ainsi qu'il a été démontré par ce savant, la bande coblenzienne du col d'Aubisque, affirmée par des fossiles nombreux et bien caractérisés, « *dessine une série de plis enclavant ou supportant ces affleurements discontinus* (3). »

Afin d'être complet, je rappellerai encore les belles études de M. Seunes sur la géologie de la haute vallée d'Aspe, où les griottes renferment *Glyphioceras crenistria* Phill., *Prolecanites Henslowi* Sowerb., *Orthoceras giganteum* Sow. et peuvent être mis en parallèle avec ceux de la vallée d'Argelès.

Conclusions

Il ressort manifestement de cet examen une étroite ressemblance entre tous les lambeaux étudiés, qui permet de les rapporter à une

(1) Seunes. *C. R. C. G.*, n° 59, t. IX, 1897-98, p. 112.
(2) *Loc. cit.*, p. 112.
(3) *Ibid.*, p. 112.

même époque de l'histoire du globe. Ces lambeaux reposent invariablement sur un même substratum, quelquefois en discordance (Hourquet, Sommet 1189, Pic de Gès). La concordance, observée dans quelques cas (Peyre Duffau), n'est que l'effet de compressions ultérieures en vertu desquelles les calcaires pincés dans des synclinaux épousent le pendage des schistes. On peut ainsi facilement se convaincre de leur mode de préservation contre l'effort de l'érosion en vertu de ces plis, résolus quelquefois (Soum de Ta massel) à l'état de failles. Enfin, l'âge de ces dépôts correspondrait bien, comme ceux de la province de Léon (1), de la Navarre et du Guipuscoa (2), à la base de la période carboniférienne, marquée par une importante transgression. Ainsi est révélée l'existence, dans les Hautes-Pyrénées, d'une *pénéplaine* ancienne parcourue au début du Carbonifère par la mer, qui a déposé les griottes. Les traces de cette transgression, d'ailleurs générale, pourront probablement être retrouvées après de plus amples études en d'autres parties de la haute chaîne pyrénéenne.

En réponse aux observations de M. Kilian, M. **E. Fournier** déclare qu'il n'a eu nullement l'intention d'étendre à *toute* la chaîne du Jura les conclusions auxquelles l'ont amené ses études sur *une partie* du Jura franc-comtois. Il fait en outre remarquer que ce qu'il a tenu surtout à mettre en lumière dans cette note, ce n'est pas tant l'existence des brachysynclinaux et brachyanticlinaux, soupçonnée depuis longtemps déjà, que le fait que, dans la région étudiée, ces plis présentent fréquemment un double déversement en leur partie moyenne.

(1) Ch. Barrois. *Ann. S. G. N.*, VI, p. 274.
(2) Stuart-Menteath. *B. S. G. F.*, 3e Sér., T. IX, p. 312.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A BARCELONE (ESPAGNE)

du mercredi 28 Septembre au samedi 8 Octobre 1898

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. ALMERA (le chanoine),
BERGERON,
BÉROUD (l'abbé),
BOFILL,
CAREZ,
DEPÉRET,
DOLLFUS,
DONCIEUX,
DONNEZAN,
GAUDRY,
PATRIS DE BREUIL,
PELLAT,
REYMOND,
STUART-MENTEATH,
STUER,
THIÉRY,
VIDAL.

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions ; ce sont :

MM. COMAPLA (le Père),
MAURETTE,
SAMA (marquis de),
Mmes GAUDRY,
STUER,
M. VIADA (curé de Papiol).

LISTE DES PUBLICATIONS PRINCIPALES

RELATIVES AUX RÉGIONS VISITÉES PAR LA SOCIÉTÉ

1820. **Bolos** (*Doctor* **D. F.**). — Noticia de los éxtinguidos volcanes de la villa de Olot (Barcelone).

1830. **Dufrénoy.** — Sur les mines de sel de Cardona (*B. S. G. F.*, 1re série, t. I).

1845. **Maestre.** — Descripcion geológica minera del distrito de Aragon y Cataluña.

1852. **D. Verneuil** et **Collomb.** — Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces d'Espagne (*B. S. G. F.*, X, p. 129-132).

1856. **Vézian.** — Mollusques et Zoophytes des terrains nummulitique et tertiaire marin de la province de Barcelone.

1856. Id. — Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelone.

1857. Id. — Observations sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone (*B. S. G. F.*, (2), XIV).

1858. Id. — Essai d'une classification des terrains compris entre la craie et le terrain miocène exclusivement (*B. S. G. F.*, (2), XV).

Id. — Note sur deux systèmes de soulèvement.

1861. **Nogues.** — Note sur la Géologie des Alberes.

1871. **Vidal.** — Excursión geologica por el Norte de Berga (*Rev. miner.*, t. XXII).

1874. Id. — Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña (*Bol. Mapa Geol.*, t. I).

1874. **Bauza.** — Breve reseña geológica de la provincia de Gerona. (*Bol. Mapa Geol.*).

1875. **Vidal.** — Geologiá de la provincia de Lérida, region central (*Bol. Mapa Geol.*, t. II).

1877. Id. — Nota sobre el sistema Cretáceo de los Pirineos de Cataluña (*Bol. Mapa Geol.*, t. IV).

1878. **Alsius** (Pedro). — Estudios geológicos sobre la region central de la provincia de Gerona (*Revista de Gerona*).

1878. **Fontannes.** — Bassin de Visan.

1879. **Texidor** (Juan). — Notas geologicas de la provincia de Gerona (*Rev. de Gerona*).

1880. **Almera.** — Estudis geologichs sobre la constitucio, origen, antiguetat y pervenir de la montaña de Montserrat.

1880. Id. — De Monjuich à Papiol al traves de las épocas geológicas et el Plioceno en la villa de Gracia.

1880. **Fontannes.** — Bassin de Crest.

1881. **Carez.** — Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.

1881. **Maureta y Thos.** — Descripcion geológica de la provincia de Barcelona.

1881. **Barrande.** — Système silurien de Bohême, p. 133, pl. 347. Prague.

1881. **Almera.** — Géologia de la montaña de Montserrat (*Cronica cientifica*).
1882. **Vidal.** — Aguas termales de Caldas de Malavella (Gerona). Memoria Geologica.
1882. **Harlé.** — La gruta de Serinya (Gerona) (*Bol. Mapa Geol.*, t. IX).
1882. **Vidal.** — Yacimiento de la Aerinita (*Bol. Mapa Geol.*, t. IX).
1883. Id. — Edad de las Capas de *Bulimus Gerundensis* (*R. Acad. de ciencias*).
1884. **Almera.** — Excursion al Montseny, descripcion de sus faldas y de sus cumbres y epoca de su leventamiento final (*Mem. Ac. de Ciencias Nat. de Barcelona*, (3), I).
1884. **Almera** y **Bofill.** — Fosiles terciarios de Cataluña : Cancelaridos (en espagnol et latin) (*Bol. Mapa Geol.*).
1886. Id. — Fosiles terciarios de Cataluña : Estrombidos (en espagnol et latin) (*Bol. Mapa Geol.*).
1886. **Almera.** — Breve reseña e historia geologica de los valles de Hebron, clota de Sant Genis dels Agudells, etc. (*Cronica cientifica*).
1886. **Almera** y **Bofill.** — Descubrimiento de grandes mamiferos en Cataluña (*Cronica cientifica*).
1886. **Vidal.** — Reseña geologica y Minera de la prov. de Gerona (*Bol. Mapa Geol.*, t. XIII).
1888. **Almera** y **Bofill.** — Algunos datos sobre los Pirineos orientales (*Cronica cientifica*).
1888. **Almera.** — Mapa geológico de los alrededores de Barcelona 1/1000000.
1889. **Almera** y **Bofill.**— Recientes descubrimientos paleontologicos en Cataluña (*Cronica cientifica*).
1889. Id. — Descubrimiento del jurásico (malm ?) en las costas de Garraf (id.).
1889. **Almera.** — Descubrimiento del Culm en el Putxet y Vallcarca (id.).
1891. Id. — Caracterizacion del Culm en el Putxet y Vallcarca por el marques de Saporta et Descubrimiento de cuatro niveles del periodo silurico en los alrededores de Barcelona (id.).
1891. Id. — Importancia del descubrimiento del *Monograptus priodon* cerca de Sant Vicens dels Horts (id.).
1891. **Ch. Barrois.** — Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone (*Ann. S. G. du N.*).
1891. **Vidal.** — Nota Geologica sobre la presencia de la formacion lacustre de Rilly en el Pirineo catalan (*Ac. Ciencias de Barcelone*).
1891. **Almera.** — Descubrimiento de las capas de Congerias en Castellbisbal (*Cronica cientifica*).
1891. Id. — Descubrimiento de otras dos faunas del Silurico inferior en nuestros contornos, determinacion de sus niveles, del de la fauna de los filadios rojo-purpureos de Papiol (*Cronica cientifica*).
1891. Id. — Caracterizacion del Muschelkalk en Gavà, Begas y Palleja (*id*).
1891. Id. — Rocas eruptivas o hypogénicas de los alrededores de Barcelona (*id.*).
1891. Id. — Descubrimiento de tres floras terciarias en nuestros alrededores (*id.*).
1891. Id. — Mapa topografico-geologico de la provincia de Barcelona : Region primera ò contornos de la capital 1/40.000.
1892. **Ch. Barrois.** — Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne (*Ann. S. G. du N.*).

1893. **Bofill.** — Nota sobre el mapa topográfico-geológico del alto y medio Vallés : descubrimientos paleóntologicos en el Trias de didra región (*Bol. R. Ac. de Ciencias de Barcelona*).

1893. **Vidal.** — Géologie à toute vapeur de Portbou à Barcelone (Rev. des Pyrénées, t. V).

1893. **Almera y Bofill.** — Fossiles terciarios de Cataluña : Muricidos (en espagnol et latin) (*Bol. Mapa Geol.*).

1893. **Bofill.** — Nota sobre la supuesta presencia del *Hipparion* en la Garriga (*id.*).

1893. **Almera.** – Nota sobre la presencia del *Hippopotamus major* y otros Mammiferos en Tarrasa (*id.*).

1894. Id. — Descripcion de los terrenos pliocenicos de la cuenca del bàjo Llóbregat y llano de Barcelona (*Mem. R. Ac. de ciencias de Barcelone*, (3), I).

1894. **Vidal.** — Covas préhistoriques de la provincia de Lleyda (*Bol. del centre excursioniste de Cataluna*).

1894. Id. — Mas monumentos megaliticos en Cataluña (*R. Ac. de Ciencias*).

1895. **Almera.** — Catalogue de la Flore pliocène des environs de Barcelone (*C. R. 3e Congrès international des Catholiques, à Bruxelles, 1894, VII, p. 319-326*, et : *Bol. Mapa Geol.*, 1897, (2), IV).

1895. **Palet y Barba.** — Estudio del terreno pliocenico de Tarrasa y de sus relaciones con las formaciones contiguas.

1895. **O' Reilly.** — On the orientation of certains dolmens recently discovered in Cataluña.

1895. **Alsius.** — Serinya y su cueva prehistorica (*Revista de Gerona*).

1895. **De Angelis d'Ossat.** — Descripcion de las Antozoos Fosiles pliocenicos de Cataluña.

1895. Id. — La primeros Briozoos encontrados en los depositos pliocenicos de Cataluña.

1895. **Almera.** — Sucinta exposicion de la formacion salobre de Villanueva Geltru (*Bol. R. Ac. de Ciencias de Barcelone*).

1895. Id. — Etude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone (*B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 564).

1895. **De Angelis d'Ossat.** — Contribucion a la Fauna paleozoica de Cataluña.

1895. **Almera y Bofill.** — Descripcion de la fauna salobre de la formacion tortonense de Villanueva y Geltru (*Bol. R. Ac. de Ciencias de Barcelone*).

1897. Id. — Monografia de las especies del gen. *Pecten* del Burdigalense superior y de une *Lucina* del Helveciense de la Provincia de Barcelona (*Mem. R. Ac. Ciencias Barcelona*).

1897. **Almera.** — Ronocimiento del 1° piso Mediterraneo en el Panades seguido de cortes geologicos y de un cuadro estratigrafico de los depositos miocenicos de la Provincia (*Mem. R. Ac. Ciencias de Barcelone*).

1897. Id. — Mapa topografico-geologico detallado de la provincia de Barcelona 1/40.000. Region segunda (O. de la 1re) o de la cuenca del cajo Noya al Mar, avec Notice.

1897. **Depéret.** — Note sur l'existence de l'horizon de Ronzon à *Ancodus Aymardi* dans la province de Barcelone (*B. S. G. F.*, 3, XXV, p. 233).

1897. **Almera y Bofill.** — Moluscos fossiles pliocenicos de Cataluña. Descripciones y figuras de las formas nuevas y enumeracion de las encontradas en dichos yacimentos (*Bol. Mapa Geol.*, (2), t. IV).

1897. **Bofill.** — Nota sobre la presencia del *Ancodus Aymardi* en los lignitos de Calaf : su significación bajo los puntos de vista paleóntologico y estratigráfico (*Bol. R. Ac. de Cienc. de Barcelona*).
1898. **Almera.** — Enumeration des Mammifères découverts en Catalogne. (*C. R. Congrès scientifique international des Catholiques à Fribourg*, IV).
1898. **De Angelis d'Ossat.** — Antozoos y Briozoos miocenicos de Cataluña. Monografie.
1898. **Adan de Yarza.** — Rocas eruptivas de los contornos de Barcelona (*Bol. R. Ac. de Ciencias de Barcelona*).

Séance du 28 Septembre 1898, à Barcelone

PRÉSIDENCE DE M. BERGERON, PUIS DE M. ALMERA

A neuf heures du matin, les membres de la Société se sont réunis dans la salle des séances de l'Académie royale des Sciences et Arts de Barcelone.

M. **Bergeron,** Président de la Société géologique de France, déclare ouverte la session extraordinaire de 1898. Il remercie en ces termes M. Thos y Codina, Président de l'Académie et MM. Almera, Vidal et Bofill :

« Monsieur le Président,

» Mes premières paroles doivent être des remerciements pour l'hospitalité que vous voulez bien offrir à la Société géologique de France ; grâce à vous nous allons nous trouver au milieu d'un luxe auquel nous sommes peu habitués. Mais ce qui nous charme plus que ce luxe c'est la façon dont nous sommes reçus. Tout ici nous indique votre sympathie à l'égard de la science française ; au seuil même de votre Académie nous avons pu lire inscrits les noms de nos plus illustres compatriotes. Au nom de mes confrères comme au mien, je vous exprime nos plus sincères remerciements pour la cordialité de votre accueil.

» Messieurs,

» Lorsque MM. Almera, Vidal et Bofill nous proposèrent de tenir notre réunion extraordinaire à Barcelone, ce fut à l'unanimité que le Conseil de la Société accepta cette aimable invitation. C'était en effet pour nous l'occasion de visiter une région qui, en moins de

vingt ans, grâce aux travaux de nos confrères, est devenue classique pour la Géologie du bassin méditerranéen. L'intérêt et la variété des excursions qui nous avaient été proposées, justifiaient, à eux seuls, notre présence en Catalogne ; mais des événements sont survenus, qui nous ont fait un impérieux devoir de nous rendre en Espagne. C'est au moment des épreuves que les vraies amitiés doivent s'affirmer.

» Certain du succès de cette réunion, je remercie MM. Almera, Vidal et Bofill, au nom de la Société géologique de France d'avoir bien voulu nous faire profiter de leurs savantes études ».

M. **Thos y Codina**, président de l'Académie des Sciences et Arts, répond ainsi :

« Messieurs,

» C'est avec la plus grande joie que l'Académie reçoit l'honneur de votre visite et qu'elle dit de tout cœur : soyez les bienvenus !

» Du reste, nous savons bien et nous n'oublions pas qu'en venant étudier le sol de la Catalogne, vous ne faites que nous prêter une aide puissante pour une plus exacte connaissance du territoire national. Dans ce sens, nous vous sommes donc encore redevables de toute notre reconnaissance.

» Soyez persuadés, Messieurs, que votre passage dans notre région catalane ne s'effacera pas facilement et que notre Académie l'enregistrera dans ses annales comme un des faits les plus remarquables et les plus honorables de sa longue existence.

» Veuillez accepter maintenant, Messieurs, l'offre loyale de notre franche hospitalité, ainsi que le témoignage de notre sincère attachement à votre savante Société et de notre considération personnelle la plus parfaite ».

M. **Bergeron** proclame membre de la Société M. **Paolo Longhi**, Docteur ès-sciences chimiques et naturelles, Professeur à la Regia Scuola tecnica de Padoue, présenté par MM. V. Gauthier et Fourtau.

Il a le regret d'annoncer le décès de MM. **Hippolyte Crosse**, **Félix Bernard**, **James Hall**, **Pomel**, **Gabriel de Mortillet**.

M. **Bergeron** prévient les Membres présents que le Conseil de la Société a décidé qu'à une des deux séances de chaque mois, il serait fait une conférence sur les applications de la Géologie.

M. Gosselet a bien voulu se charger de la première conférence et traitera, le lundi 21 novembre, le sujet suivant : *Alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France.*

Il est ensuite procédé à la nomination du bureau de la session extraordinaire. Sont élus :

Président : M. **Almera** ;
Vice-Présidents : MM. **Vidal** et **Carez** ;
Secrétaires : MM. **Doncieux** et **Bofill** ;
Trésorier : M. **Maurette**.

M. le chanoine **Almera**, prenant place au fauteuil, prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

De même que tout être procède de parents qui lui ont donné le jour, ainsi la science géologique espagnole doit son origine à ses voisins les géologues français, qui l'ont fait sortir de son état embryonnaire.

C'est en effet la France qui vers le milieu de ce siècle a fait éclore chez nous cette très intéressante science dont la lumière brillait déjà depuis longtemps dans votre pays. Ce sont les géologues français qui ont fait lever en Espagne le soleil de la géologie, et ont éclairé les premiers le champ de la géologie catalane, soit en parcourant eux-mêmes notre région, soit en nous fournissant les renseignements qui souvent ont éclairci des points obscurs ; c'est enfin la Société géologique de France qui, par sa visite, fera monter à son zénith l'astre de la Géologie dans la région de Barcelone.

Quant à moi, je dois l'avouer sincèrement, après les précieux enseignements que m'a donnés mon ami dévoué M. Landerer, à Morella en 1876, c'est en France et surtout dans les Réunions extraordinaires de la Société, où mon maître a bien voulu m'emmener pour compléter son enseignement, où j'ai appris les méthodes pratiques et fructueuses pour l'étude de la géologie, et d'où j'ai rapporté le goût et l'ardeur de me consacrer à ce genre d'études presque délaissées alors dans notre enseignement public.

Mais j'étais bien loin de penser que d'un commencement si humble, nous arriverions à un pareil succès. Je ne soupçonnais pas l'existence dans cette contrée de faunes, de flores et de roches si variées et j'osais moins encore prétendre attirer dans notre pays la Société géologique de France et avoir le grand honneur de la diriger dans une de ses Réunions extraordinaires.

Mais cependant ce que je ne pouvais m'imaginer devient une réalité : la mère visite aujourd'hui le fils à qui elle a donné le jour et veut l'honorer en le prenant pour guide dans une de ses sessions extraordinaires.

Ce n'est pas sans crainte que j'assume, avec le concours de mon ami M. Vidal, la lourde tâche de vous faire visiter une partie du sol de notre Catalogne. Je prévois toutes les difficultés qu'une pareille tâche comporte, mais nous comptons sur votre bienveillance pour en faciliter la réussite.

Je ne saurais vous exprimer notre reconnaissance pour avoir rompu avec vos traditions en quittant cette année votre pays et avoir choisi le nôtre pour votre réunion extraordinaire. Je ne pourrais vous dire le plaisir que nous éprouvons à vous voir assemblés ici pour discuter avec nous les conclusions auxquelles nous ont amenés des recherches patientes et prolongées : c'est sûrement une des plus grandes satisfactions qu'un travailleur puisse éprouver.

Nous ne pourrons vous montrer aucune formation bien développée, mais comme vous l'avez pu deviner par le programme qui vous a été proposé, nous verrons un peu de tous les terrains sauf le jurassique.

Vous aurez, j'espère, en partant d'ici, l'impression d'avoir visité un musée géologique et paléontologique tout à fait naturel.

Pour ce qui concerne le Paléozoïque, nous verrons l'Ordovicien avec son faciès septentrional à Moncada et à Gracia et avec un faciès tout spécial à Papiol se rapprochant, d'après M. Barrois, des couches de Tremadoc du sud du pays de Galles ; le Gothlandien sous son faciès général en Europe, à Bruguès et à Cervello ; le Dévonien avec le faciès de la Thuringe à Papiol et à Bruguès; enfin le Carbonifère représenté tout près de nous par son faciès continental ou du Culm et par le Houiller dans les Pyrénées.

Quant au Mésozoïque, nous verrons représentés tous les niveaux du Trias avec le faciès des Alpes, pas aussi riche en fossiles, mais suffisamment cependant pour permettre de caractériser les niveaux et de les paralléliser avec ceux de l'Europe centrale.

Notre confrère M. Vidal vous montrera le Lias moyen et supérieur dans la province de Lérida (Haute Catalogne).

De l'Infracrétacé vous pourrez voir, bien caractérisés, l'Aptien sous ses faciès pélagique et littoral, le Barrémien et d'autres formations plus inférieures, soit sous un faciès récifal à Rudistes, soit sous un faciès lacustre, accompagné de *Physes* et de *Bythinies* surmontant la dolomie bréchoïde qu'on trouve à la base de toute la formation crétacée.

Nous verrons le niveau le plus élevé du Crétacé supérieur avec son faciès lacustre à *Bulimes*, et M. Vidal vous montrera dans la Haute-Catalogne, outre le Garumnien beaucoup plus développé, des niveaux marins du Santonien, du Campanien et du Dordonien.

Du Tertiaire, enfin, nous verrons en miniature, mais avec les fossiles les plus caractéristiques, presque toute la série des formations qu'on trouve dans le midi de l'Europe depuis le bassin du Rhône jusqu'au bassin de Vienne si bien étudiés par les géologues français et autrichiens.

La Catalogne étant une région sub-pyrénéenne, sa tectonique doit être nécessairement compliquée ; elle doit présenter des failles et des plis nombreux. Cependant à part les couches du Paléozoïque et du Trias, tout le reste, quoique affecté par des effets dynamiques, a conservé à peu près sa position initiale plus ou moins modifiée.

Pour terminer, je dois mentionner les roches éruptives qui sont extraordinairement abondantes et variées ; le granite en premier lieu supporte le massif des schistes cristallins et maclifères, et il occupe une grande étendue. La granulite, la micro-granulite, la pegmatite, la syénite, les porphyres de tout genre, les diorites, les diabases, les porphyrites dioritiques et diabasiques criblent de leurs filons tout le massif paléozoïque de nos environs.

M. **Gaudry** communique à la Société une lettre du Ministre de l'Instruction publique l'informant que, conformément au vœu émis au Congrès international de géologie tenu en 1897 à Saint-Pétersbourg, l'enseignement de la Géologie sera donné dans les lycées, dans les classes de cinquième et de seconde et celui de la Paléontologie, dans la classe de philosophie.

M. **Pellat** remercie, au nom de la Société, M. Gaudry de la part qu'il a prise dans cette réforme des programmes de l'enseignement secondaire.

M. **Gaudry** exprime les regrets de M. Barrois qui, retenu à Berlin, n'a pu se rendre en Espagne.

Comme Président du Comité d'organisation du congrès international de géologie à Paris, en 1900, M. **Gaudry** prie M. Almera d'encourager les savants espagnols à venir nombreux au congrès.

M. **Almera** répond qu'il s'empressera de le faire.

M. **Kilian**, empêché d'assister à la Réunion, envoie une *Note sur les Céphalopodes du Crétacé inférieur*, qui lui ont été communiqués par M. Almera.

Le Président excuse M. **Lory**, retenu à Grenoble par une indisposition.

Le Président soumet ensuite à l'approbation de la Société le programme suivant d'excursions, programme primitif légèrement modifié.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

Proposé par M. le Chanoine ALMERA et M. Luis VIDAL

Mercredi 28 Septembre. — Séance d'ouverture à 9 heures du matin à Barcelone, dans la salle des séances de l'Académie royale des Sciences et Arts. Election du bureau. Visite des collections du grand Séminaire. Après-midi, visite des collections de l'Académie et course à Montjuich, par Sans, en voiture.

Jeudi 29 Septembre. — Départ de Barcelone à 5 h. 45 du matin, en chemin de fer, pour Olesa : Schistes paléozoïques, Trias inférieur, Trias moyen à *Mentzelia Mentzeli* et *Ammonitidés*, Trias supérieur à *Fucoïdes*, Garumnien. Déjeuner à l'établissement des bains de la Puda. — Après-midi : Nummulitique inférieur de Monistrol, Nummulitique moyen fossilifère, Nummulitique supérieur et Poudingue de Montserrat. Recherche de fossiles ou ascension facultative du pic de San Jeroni (1452^{m}). Crémaillère jusqu'au monastère (870^{m}). — Dîner et coucher à Montserrat. Séance le soir.

Vendredi 30 Septembre. — Départ de Montserrat pour Manresa. Visite des gisements de sel de Cardona. Déjeuner à la mine de sel. Retour pour dîner et coucher à Manresa.

Samedi 1er Octobre. — Départ de Manresa, en chemin de fer, à 5 h. 45, pour Moncada. Schistes maclifères et porphyres; ascension du pic de Moncada (290^{m}). Silurien inférieur, schistes à séricite (niveau de Caradoc à *Orthis vespertilio*), etc. Silurien supérieur à *Leptœna corrugata*, etc. Pontien continental à *Hipparion gracile*, etc., de Mas Rampinyo. Quaternaire. Déjeuner à Moncada.

Après-midi à Sardanyola en chemin de fer. Sarmatien marin à *Cerithium pictum*, etc. Retour à 6 heures en chemin de fer, dîner et coucher à Barcelone.

Dimanche 2 Octobre. — Le matin, repos. — Après-midi, petite course en tramway de la place de Santa Ana dans le Paléozoïque de Gracia et Coll. Calcaires et schistes fossilifères plissés (niveau de Caradoc ?).

Lundi 3 Octobre. — Départ de Barcelone à 7 heures, en tramway, du paseo de Gracia pour Vallcarca. Coupe de Vallcarca. Grauwacke du Culm à *Calamites transitionis*, etc. ; Calcaire carbonifère. Calcaire silurien à *Kralowna catalaunica* et quartzites, schistes maclifères, granite et porphyre. Faille. Ascension du Tibidabo : diabase, diorite, schistes cristallins maclifères avec grenat et tourmaline. Déjeuner à Vallvidrera. — Après-midi : Porphyre quartzifère et diabase de Vallvidrera. Schistes maclifères avec andalousite ; schistes micacés maclifères, granite. Astien littoral fossilifère de Esplugas. Plaisancien de Esplugas. Retour en voiture à Barcelone. Dîner et coucher à Barcelone. Séance le soir.

Mardi 4 Octobre. — Départ de Barcelone en chemin de fer à 5 h. 25 du matin pour Papiol. Aquitanien à *Rhinoceros, Helix Moroguesi*, etc. Couches à *Congeries* de Castellbisbal (pour ceux qui ne désireraient visiter les couches à *Congeries*, départ à 8 h. 10). Plaisancien fossilifère de Papiol. Déjeuner à Papiol. — Après-midi : Helvétien marin à *Turritella terebralis*, etc., schistes pourprés siluriens à *Euloma-Niobe* sp. et Lamellibranches. Schistes gréseux à *Phacops fugitivus, Pleurodyctium selcanum*, etc., diorite, granulite. — Couches renversées ? Dîner et coucher à Barcelone.

Mercredi 5 Octobre. — Départ de Barcelone en chemin de fer pour Gava vers 6 heures du matin. Schistes paléozoïques. Trias inférieur, moyen (à *Mentzelia Mentzeli*, etc.), supérieur, schistes de Bruguès à *Phacops miser, Harpes venulosus*, schistes à *Graptolites : Monograptus colonus, M. concinnus*, etc. Déjeuner à Bruguès. — Après-midi : Trias inférieur, Trias moyen à *Gyroporella* et Trias supérieur de Begas et Vallirana. Dolomie infracrétacique. Calcaire lacustre à *Paludestrina*. Calcaire à Rudistes (*Matheronia* sp.). Calcaire à *Orbitolina lenticulata, Rhynchonella lata*, etc. Schistes siluriens (Lower-Wenlock) à *Graptolites* de Cervelló (Torre Vileta), *Mon. colonus, Cyr. Murchisoni*, etc. Retour à 6 h. 10 à Barcelone en chemin de fer par Molins de Rey.

Jeudi 6 Octobre. — Départ de Barcelone en chemin de fer vers 6 heures du matin pour Castelldefels et Costas de Garraf. Trias supérieur. Dolomie infracrétacique. Calcaire saumâtre à *Bythinia*, calcaire à *Matheronia* sp. Calcaire à faune littorale : *Astarte bulla, Inoceramus*, etc. Brachy-anticlinal et synclinal. Déjeuner à la ferme de Garraf. — Après-midi : à Sitges et Villanova en voiture. Couches à *Echinospatagus Collegnoi*, etc. Faille de la Morisca. Intercalation du calcaire à *Bythinies* dans la dolomie à la butte de la Trinidad. Dîner et coucher à Villanova.

Vendredi 7 Octobre. — A 7 heures. Course aux environs de Villanova. Dolomie infracrétacique. Calcaire à *Matheronia* sp. Tortonien marin à *Os. gingensis*, *Pecten galloprovincialis*, *Turritella cathedralis*, etc. Pontien à *Potamides catalaunicus*, *Bythinia luberonensis* var. *venerea*. Déjeuner à Villanova. — Après-midi : départ en voiture pour Villafranca. Couches barrémiennes à *Matheronia Aptiana*, *Terebratula sella*, *Orbitolina lenticulata*, *Echinospatagus Collegnoi*, *Hoplites consobrinus*, *H. Lurensis*, *Acanthoceras* cf. *Stobieschi*, etc. Burdigalien supérieur de Monjos, Poudingue, calcaire à *Pecten præscabriusculus* Font. var. *catalaunica* A. et B., *Pecten subbenedictus*, *Pecten Haueri*, etc. Dîner et coucher à Villafranca. Séance le soir.

Samedi 8 Octobre. — Départ de Villafranca à 6 heures du matin, en voiture, pour Castellvi de la Marca. Coupe du Pontien, de la Dolomie infracrétacique, du calcaire à *Bythinia* et à *Matheronia* et de l'Aptien fossilifère à *Horiopleura* sp. Faille de Castellvi de la Marca.

Déjeuner à Villafranca. Après midi : départ en voiture pour San Pau d'Ordal. Coupe du vallon de San Pau à la rivière de Noya. Barrémien à *Requienia Lonsdalei*. Aptien à *Heteraster oblongus*. Pontien, Sarmatien à *Cerithium*. Tortonien à *Pereiræa Gervaisi* et *Pleurotoma*. Helvétien supérieur à Lithothamnium ; Helvétien inférieur à *Pecten Gentoni*. Burdigalien. *Scutella lusitanica* de San Sadurni. Aquitanien à *Cricetodon antiquus*, *Nystia Duchasteli*. Barrémien à *Requienia Lonsdalei*. Retour et coucher à Barcelone. Le soir, séance de clôture.

EXCURSIONS SUPPLÉMENTAIRES

Excursion dans la région volcanique d'Olot. — Avant la réunion à Barcelone, MM. L. Vidal et Bolos ont dirigé une excursion aux volcans d'Olot. Durée : trois jours. Rendez-vous le **24 Septembre** au soir à Gerona. Départ en voiture le **25 Septembre** au matin pour Olot. Le **26 Septembre**, séjour à Olot, visite des volcans. Soulèvement de l'Eocène. Coulées basaltiques. Retour à Gerona, le **27 Septembre**, dans l'après-midi. Départ à 5 h. 9 pour Barcelone. Arrivée à 7 h. 29.

Excursion en Catalogne. — Après la réunion à Barcelone, M. Luis Vidal dirigera une excursion de cinq jours en Catalogne. En voici le programme :

Mardi 11 Octobre. — Voyage de Barcelone à Camarasa en chemin de fer jusqu'à Tarrega, en voiture jusqu'a Camarasa. Coucher à Camarasa.

Mercredi 12 Octobre. — Courses aux environs de Camarasa. Eocène inférieur plissé et faillé, Poudingue de Palassou. Trias supérieur. Muschelkalk. Ophite et aerinite. Lias moyen et supérieur. Crétacé supérieur (Santonien et Campanien). Dîner et coucher à Camarasa.

Jeudi 13 Octobre. — En voiture de Camarasa à Villanova de Meya. Grande faille du Montsech. Eocène inférieur à *Ostrea multicostata.* Dîner et coucher à Villanova de Meya.

Vendredi 14 Octobre. — Ascension du Montsech à pied ou à mulet. Crétacé inférieur. Calcaire urgo-aptien à *Requienia.* Marnes à *Cerithium Valeriæ, Ostrea Boussingaulti.* Crétacé supérieur : Santonien à *Sph. sinuatus, Placosmilia Vidali.* Campanien : banc à *Hippurites Vidali.* Maestrichtien, Garumnien et Nummulitique inférieur. Coucher à Villanova de Meya.

Samedi 15 Octobre. — Voyage de Villanova de Meya à Barcelone.

Ce programme est adopté à l'unanimité.

Avant de clore la séance, le Président invite les membres de la réunion à venir visiter les collections du Séminaire.

La séance est levée à dix heures, et les membres de la Société se rendent au Séminaire où ils examinent avec intérêt les documents accumulés par les collaborateurs de la carte géologique de la province de Barcelone et classés par MM. Barrois, Kilian, Gaudry, Depéret, Paquier, Boulay, de Angelis, Adan de Yarza, Almera, Vidal, Bofill.

L'après-midi la Société se rend à l'Académie visiter les collections qu'elle renferme et prend ensuite le tramway pour Sans.

Séance du 29 Septembre 1898, au Montserrat

PRÉSIDENCE DE M. ALMERA

La séance est ouverte à 9 h. 1/2 du soir dans une salle de l'Hôtel.

M. **Leenhardt** s'excuse, par l'intermédiaire de M. Bergeron, de n'avoir pu venir à la Réunion.

M. Vidal présente aussi les excuses de M. **Fèvre.**

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DE GERONA A OLOT ET A SAN JUAN DE LAS ABADESAS LES 25, 26, 27 SEPTEMBRE 1898

par M. **L.-M. VIDAL.**

L'excursion supplémentaire annoncée pour ces trois jours, ayant pour objet seulement la visite de la région volcanique d'Olot en partant de Gerona avec retour par cette ville, fut modifiée en la prolongeant jusqu'aux mines de houille de San Juan de las Abadesas et revenant à Barcelone par Ripoll et Vich, sur le désir de M. Stuart-Menteath, qui fut le seul confrère qui vint le 23 au rendez-vous à la gare de Gerona.

Cette modification nous permit de donner plus de variété à l'excursion, et d'étudier le contact de l'Eocène avec les terrains anciens du côté Nord-Ouest.

Le 24, à 7 heures du matin, nous partîmes en *tartane* pour Olot. A 10 heures et demie nous arrivons à Banyolas en marchant toujours sur les marnes nummulitiques qui, de Gerona, s'étendent jusqu'au delà d'Olot.

A Banyolas, village placé au bord d'un lac qui donne la force motrice à divers moulins, nous vîmes sur les assises éocènes un calcaire grossier tufacé qui forme des bancs de 3 centimètres à 1 mètre de puissance, et que l'on exploite pour les bâtiments à cause de sa légèreté et de la facilité avec laquelle on le travaille. Des monnaies et des poids en bronze que l'on a trouvés dans son intérieur, démontrent que cette formation calcaire qui est due aux eaux du lac, se continue encore dans l'époque moderne.

M. le Dr Alsius, pharmacien à Banyolas, à qui l'on doit la découverte de la grotte de Serinya, décrite plus tard par M. Harlé, nous montre la collection d'objets de l'industrie néolitique qu'il a ramassés dans cette grotte. Nous y avons remarqué la très petite taille des instruments en silex, des fins burins, grattoirs, pointes de flèches, et surtout une petite serpette en silex, forme que nous croyons tout à fait nouvelle dans l'industrie magdalénienne. La station préhistorique de Serinya était sans doute un atelier de petits instruments en silex destinés aux échanges avec d'autres objets.

Nous avons déjeuné à 1 heure du soir à Besalu, village placé sur le Fluvia, à l'intersection des routes d'Olot à Figueras et d'Olot à Gerona. Ici, nous entrons dans la vallée du Fluvia que nous allons remonter toujours.

Nous passons Argelaguer et San Jaume de Lierca, et c'est ici que nous commençons à marcher sur le basalte, bord supérieur de la coulée procidente des volcans des environs d'Olot, qui se présentera bientôt dans toute sa puissance en arrivant à Castellfollit.

Castellfollit est bâti sur une belle colonnade de prismes de basalte de 54 mètres de hauteur, à côté de la rivière qui circule parmi les éboulis de ces longs blocs détachés du mur vertical. A la base de cette coulée on aperçoit les macignos nummulitiques en bancs inclinés : mais non loin d'ici nous aurions pu voir les alluvions quaternaires intercalées entre le basalte et le nummulitique, ce qui démontre l'âge moderne de cette coulée volcanique. Ces rapports stratigraphiques furent observés par Lyell, et plus tard par Alsius, Zeixidor, Carez et Vidal.

Nous arrivâmes le soir à 6 heures et demie à Olot, ville placée au centre d'une contrée riche en cratères volcaniques. M. Bolós, pharmacien, descendant de D. Francisco Bolós, à qui l'on doit la découverte de ces volcans (1796), nous montre sa collection où figurent des échantillons de tous les minerais qui accompagnent les laves de la localité, et une molaire incomplète d'*Elephas primigenius* provenant des environs d'Olot, échantillon qui démontre que ce pachyderme vivait aussi sur le versant méridional des Pyrénées.

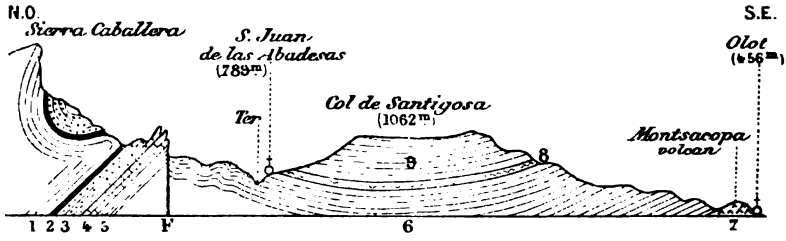
Le 26, nous consacrons la matinée aux cratères voisins, malgré un temps pluvieux.

En montant au cratère de Montolivet nous constatons le plongement de 30° au S.-O. que présentent les bancs de poudingue oligocène au contact du versant S.-O. du cratère, et nous admettons, conformément aux idées exposées à ce moment par M. Stuart-Menteath, qu'il exista complète indépendance entre le volcan et la forme de la surface ancienne, les éruptions volcaniques n'ayant produit aucun effet mécanique sur les roches tertiaires : elles n'ont fait que profiter des failles pour venir au jour.

Elles ont cependant modifié l'hydrographie, parce que l'ancien lac *de las Presas*, aujourd'hui desséché, dut être formé par le comblement de la vallée avec les laves spongieuses, et le cours actuel de la Fluvia dans cette localité est un cours artificiel ouvert en époque inconnue pour dessécher, dit ancien lac.

A 2 heures du soir nous partons en voiture pour San Juan de las

Abadesas, où nous arrivons à 6 heures. La route coupe de bas en haut les assises nummulitiques, puis une assise gypseuse, et on entre dans la masse des poudingues oligocènes qui constituent presque tout le massif de cette montagne où se fait le partage des eaux du Fluvia et du Ter au col de Santigosa (1.062m altitude). Le plongement qui était septentrional change, présentant ici un synclinal.



Longueur 27 kilomètres. — Hauteurs libres.

Fig. 1. — Coupe d'Olot aux mines de San Juan de las Abadesas.

1, Calcaire griotte ; 2, Houille et grès carbonifère ; 3, Poudingue quartzeux et grès rouge, triasiques ; 4, Calcaires du Muschelkalk ; 5, Marnes « Lias moyen » ; 6, Marnes et calcaires marneux nummulitiques ; 7, Lave volcanique ; 8, Gypse ; 9. Poudingues et marnes oligocènes.

Ces poudingues alternent avec des marnes d'un rouge sale, et quand on descend le versant du Ter, tout près du village de San Juan, un banc de gypse se présente concordant avec les poudingues. Les marnes nummulitiques réapparaissent au-dessous.

Le 27, à 6 heures du matin, par un temps pluvieux, nous partons en voiture pour les mines appelées de *San Juan de las Abadesas*, mais qu'on doit nommer de *Surroca* et *Ogassa* parce qu'elles se trouvent situées dans le terme de ces petits faubourgs à 1.000m d'altitude sur la rive droite du Ter. Nous traversons cette rivière en sortant de San Juan, et nous arrivons aux mines de charbon à 7 heures.

Les marnes bleues du nummulitique nous accompagnent jusque tout près des mines. Elles conservent leur plongement méridional, malgré deux forts plissements qu'elles présentent à mi-chemin, et d'autres rides qui embrouillent quelque peu la stratification.

Les fossiles n'y abondent pas. *Turritella ataciana* d'Orb. et *Nummulites globulus* Leymerie, *Pecten subtripartritus* d'Arch. et des Huîtres.

Mais l'aspect du terrain change subitement en entrant dans la gorge qui donne accès aux concessions minières. Aux formes adou-

cies des collines marneuses éocènes, succèdent d'âpres crêtes calcaires et gréseuses ; nous sommes au Trias, séparé par une faille du Nummulitique, tout en laissant affleurer un petit lambeau marneux sans fossiles probablement liasique.

De l'autre côté de la faille, le plongement est opposé. Les bancs plongent au nord. Nous sommes en face d'un pli couché dont nous trouvons d'abord le flanc méridional composé de couches renversées appartenant au *Lias* (?), au *Trias* et au *Carbonifère*, et dont nous voyons tout de suite l'autre flanc.

Ce pli couché que j'ai fait connaître en 1885 dans l'esquisse géologique de la province de Gerona, explique toutes les anomalies qu'on croyait voir dans ce bassin houiller, et simplifie sa composition en montrant que les zones appelées *Zona Gallina*, *Zona Faig* et *Zona Junca*, distribuées de l'est à l'ouest le long du lambeau houiller, ne sont que des morceaux détachés par des failles transverses dans ce grand pli couché, et toutes laissent voir, plus ou moins modifiée, cette inversion des bancs, dont l'effet n'a pas été seulement stratigraphique : mais il a été aussi chimique, parce que je fis déjà à cette époque l'observation que toutes les couches de houille qui conservent leur position normale sont devenues *charbons secs*, tandis que celles qui ont été renversées sont restées charbons gras, celles-ci étant restées cachées sous une épaisseur de bancs beaucoup plus forte.

Rentrés à San Juan à 2 heures du soir, nous prenons le train qui nous conduit par Ripoll et Vich à Barcelone.

Tout en marchant, je fis remarquer à mon collègue les redressements et les plis que les assises nummulitiques présentent, tandis que nous approchons des hauts contreforts pyrénéens, et comme elles reprennent une allure normale en entrant dans la plaine de Vich, et changent leur plongement au bord méridional de cette plaine en arrivant aux dérivations de la montagne de Montseny.

Ici, d'Aiguafreda à Figaro nous sommes à la base du Nummulitique, et nous pouvons observer comme au-dessous de l'Eocène marin, se développe une formation rouge, le séparant du Trias qui viendra bientôt.

Cette formation rouge est composée de marnes et de conglomérats, et elle est connue sous le nom de *Garumnien* renfermant non loin d'ici le *Bulimus Gerundensis*.

Mais cette classification, qui était toute naturelle avant l'année 1891, où je découvris la faune de Rilly, dans les Pyrénées Catalanes, à la partie supérieure de la grande formation rouge qui couronne le Crétacé supérieur, ne peut déjà se maintenir aujourd'hui après

avoir démontré dans ma Note (1) que ces marnes rouges qui, au nord de Berga, surmontent les couches à *Lychnus*, doivent être dédoublées : il faut conserver dans le Garumnien, ou Danien lacustre, la moitié inférieure, y compris le calcaire de Vallcebre qui est en Catalogne le représentant du calcaire de Vitrolles en Provence ; et transporter à la base du Tertiaire la moitié supérieure composée de marnes rouges à *Paludina aspersa*, qui supportent à Berga les calcaires à *Alveolina melo*, base presque constante de la formation nummulitique.

Or, cette division obligée des marnes rouges sous-jacentes au nummulitique en *marnes rouges nummulitiques* et *marnes rouges crétacées*, porte logiquement à admettre que là où l'on voit des marnes rouges supportant les assises les plus inférieures de la formation nummulitique, et reposant sur des terrains anciens (Trias, Silurien), sans y avoir aucune trace de crétacé à de grandes distances, nous nous trouvons en face de *marnes rouges tertiaires* de même âge que les marnes rouges de Berga à *Paludina aspersa*.

Les marnes rouges que nous voyons d'Aiguafreda à Figaro, se trouvent dans ce cas : mais elles renferment le *Bulimus Gerundensis* : alors je dois affirmer que le *Bulimus Gerundensis* est de même âge que les *Paludina aspersa*.

Cette conclusion vient confirmer l'idée que M. Carez exprima en 1881 dans son « Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne », quand il plaçait les couches à *Bulimus Gerundensis* à la base du Tertiaire. Ce fut une intuition d'une vérité géologique difficile alors à être démontrée, et que je combattais avec les renseignements que l'expérience me donnait à cette époque. Mais ma trouvaille de 1891 a montré clairement la vraie place des assises.

Par dessous ces marnes se présentent les calcaires du Trias supérieur et les poudingues quartzeux du grès bigarré, puis les schistes paléozoïques à Figaro, le granite à la Garriga, et nous entrons dans la plaine de Granollers, où le Quaternaire est très développé et ne disparaît qu'aux approches de Barcelone, où nous entrons à 7 heures du soir.

(1) Nota sobra la presencia de la formacion lacustre de Rilly en el Pirineo Catalan (*Memorias de la Real Academia de Ciencias de Barcelone*, 1891).

OBSERVATIONS SUR LA RÉGION VOLCANIQUE D'OLOT

par M. STUART-MENTEATH

Cette région que j'ai déjà décrite dans le Bulletin de la Société Ramond de 1869, m'a fourni, sous les auspices de M. Vidal et M. Bolos, de nouvelles observations :

1° Les volcans, dont beaucoup ne sont pas encore figurés sur les cartes, sont disposés suivant les bords d'un ancien golfe pliocène, et, en tenant compte des roches similaires de Cette et Marseille, paraissent une dépendance de la bordure volcanique de la Méditerranée ; 2° Les cratères et coulées sont entièrement indépendantes de la forme de la surface ancienne, et n'ont exercé aucun effet mécanique visible sur les roches antérieures au Pliocène, sur la surface érodée desquelles ils se sont déposés et dont ils sont même souvent séparés par un ancien sol argileux ou par les alluvions caillouteuses des vallées ; 3° Le golfe ancien paraît résulter d'un effondrement suivant des failles qui ont fait tomber l'Oligocène au-dessous du niveau de l'Eocène, de manière que l'Oligocène touche les cratères ; 4° Le Gypse, régulièrement développé entre l'Oligocène et l'Eocène, paraît indépendant des volcans ; 5° L'Olivine, peu visible dans les laves d'Olot, paraît plus abondant vers la côte, d'après les observations de M. Bolos ; 6° Les roches oligocènes avec gypses, et simulant parfaitement le Trias, présentent une épaisseur de plus de 300^{m} et reposent sur au moins 1000^{m} d'Eocène. Rien ne justifie la supposition que les terrains plus anciens ont surgi à Olot ; 7° Les volcans étant situés à 20 kilomètres de la houille de San Juan de las Abadesas qui atteint jusqu'à 22^{m} d'épaisseur, et qui très probablement se prolonge au-dessous du bassin d'Olot, peuvent avoir une relation chimique avec cette houille. En Espagne, et dans bien d'autres pays, les volcans se présentent au-dessus des masses les plus importantes de matières réductrices, d'après la théorie géologico-chimique que j'ai présentée à l'Association Britannique en 1871 ; 8° A la mine de houille de San Juan j'ai reconnu l'identité de la Griotte à Goniatites avec la Griotte des Pyrénées centrales et occidentales, et n'ai rien vu d'anormal dans la tectonique de ce bassin.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 28 SEPTEMBRE A SANS ET A MONTJUICH

par M. **J. ALMERA.**

A 1 h. 45 de l'après-midi, les membres se sont rendus à l'Académie dans le but de visiter rapidement les collections, et à 2 heures sont partis ensemble pour prendre le tramway qui devait les conduire à Sans.

La Société, en sortant de l'ancienne ville, a pu se rendre compte de l'étendue du manteau quaternaire constitué par du lehm avec nodules calcaires recouvrant toute la plaine et surmontant les dépôts tertiaires du sous-sol.

A 1 kilomètre des portes de l'ancienne ville, dans le faubourg d'Hostafranchs, la Société a pu remarquer une petite proéminence ou pli de terrain, où l'érosion du quaternaire amène au jour les marnes sableuses blanchâtres et jaunâtres de l'Astien.

A 1 kilomètre au-delà dans le faubourg de Sans, à la gare même du tramway, nous trouvons une seconde petite butte constituée par l'Astien. En quittant le tramway, les membres de la Réunion ont pu remarquer tout de suite dans la tranchée faite pour la construction de la route de l'État, les couches astiennes marines littorales les plus supérieures, composées de lits de petits galets et de sables jaunâtres avec des algues calcaires ou des *Lithothamnium*. Cette couche à cailloux est la suite du lit plus épais de cailloux cimentés formant une bande de poudingue polygénique qu'on voit à ce niveau supérieur de l'Astien marin sur presque toute la rive gauche du Llobregat, depuis Hospitalet jusqu'à Papiol.

En quittant la route et prenant la direction de Montjuich, la Société a traversé la dernière petite butte astienne sur laquelle sont construits l'église paroissiale et le faubourg de Sans. Elle y a étudié les tranchées faites dans cette butte pour l'ouverture de nouvelles rues qui rejoignent la route de l'Hospitalet et Villafranca, passant par le fond du vallon entre la colline tortonienne de Montjuich et la butte pliocène de Sans. Elles sont séparées ici par un espace de 400^{m} environ.

En face de l'église paroissiale bâtie au sommet du monticule, sur

la place qui a été creusée devant la façade, la Société a pu constater le passage des lits littoraux à petits galets, vus sur la route de l'État près de là, aux marnes sableuses jaunes. En tournant à droite et en suivant la rue récemment ouverte, on a étudié une coupe nette de ce monticule pliocène, quoiqu'il ne révèle pas toute la puissance de la formation.

A la partie inférieure et moyenne on y voit des marnes sableuses jaunes qui plongent vers Montjuich et vont s'appuyer en discordance de stratification sur les couches gréseuses qui constituent cette colline tortonienne.

Ces marnes sableuses renferment une faune tout à fait littorale :

Ostrea Companyoi Font.
» *Perpiniana* Font.
Anomya ephippium Lin.
Pecten benedictus Lamk.
Pecten Labnœ Mayer.
Limopsis sp.
Isocardia cor Lin.
Mytilus Sanctensis Alm. et Bof.

et surtout :

Pleuronectia cristata Bronn.

qui accuse, ainsi que le dépôt marneux, un régime d'eau tranquille, grâce auquel ces délicates coquilles ont pu conserver leur test entier.

Dans ce dépôt marneux jaune on ne trouve, comme cela arrive toujours dans ces dépôts, que des moules internes, sauf pour les Huîtres et les Peignes dont le test se conserve toujours et partout sans altération par suite de la composition ou de la structure spéciale de ce test.

A la partie supérieure on voit un lit mince formé de calcaire concrétionné noduleux à la base, blanchâtre, surmonté par un dépôt de travertin de 0,10 à 0,30 centimètres d'épaisseur et enfin par le lehm argilo-calcaire rouge, qui recouvre la plaine et les versants nord, ouest et sud de la colline voisine de Montjuich.

En arrivant au pied de cette colline, la Société a pu se convaincre qu'autrefois elle avait été entourée par la mer pliocène et convertie en une petite île, comme aujourd'hui la Méditerranée entoure la colline de Cette à peine reliée à la plaine.

La Société a pris les voitures qui l'attendaient à Sans et par la route du Port, qui longe le flanc ouest de Montjuich, s'est rendue au cimetière nouveau ou du sud-ouest.

La plupart des géologues qui ont visité la ville se sont occupés de cette intéressante colline : Toschi, La Marmora, Janer, Llobet et

surtout MM. Vezian (1), Carez (2), Maureta y Thos (3), qui ont étudié en détail sa constitution géognostique et son âge géologique.

Tout près du cimetière les membres de la Réunion ont pu voir dans de grandes carrières, maintenant en exploitation, les bancs inférieurs des grès siliceux. C'est la roche qui constitue presque toutes les montagnes, elle est plus ou moins dure ou sableuse et très souvent accompagnée de limonite.

Revenant un peu en arrière, on a gravi ensuite la colline par son flanc sud-ouest, celui qui présente la coupe la plus nette, et on a reconnu la série d'assises suivante, de bas en haut (fig. 1) :

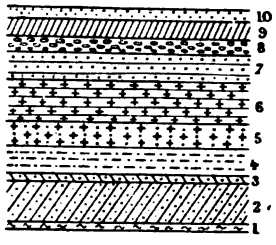


Fig. 1. — Coupe de la falaise S.-O. de Montjuich.

10, Quaternaire ; 9, Grès siliceux ; 8, Marnes blanches à *Pect. gallo-provincialis* ; 7, Dépôt de conglomérat ; 6, Couche à *Turr. bicarinata* ; 5, Couche à *Proto rotifera* ; 4, Couche à *Ostr. crassissima* ; 3, Lit d'argile bleue ; 2, Banc de grès dur ; 1, Sables inférieurs.

1° Lit de sables gréseux, argileux, jaunâtre avec peu de fossiles.

2° Banc de grès dur quartzeux, blanchâtre ou verdâtre à cause de l'existence de silicate de fer, de 15^{m} d'épaisseur avec quelques cailloux et peu de fossiles : *Proto rotifera* Lamk.

3° Lit d'argile bleue smectique avec *Scalaria tenuicostata*, *Pecten Vindascinus*, *Echinides* pyriteux. Elle contient de petits cristaux cubiques de pyrite de fer. Son épaisseur ne dépasse pas 1^{m}80.

4° Couche marno-sableuse grisâtre ou jaunâtre avec des concrétions siliceuses de limonite. Elle devient violette à la base et renferme *Ostrea crassissima*, *O. gingensis*, *O. fimbriata*, etc. Les éboulis empêchent d'apprécier son épaisseur.

5° Couche sableuse, gréseuse, ferrugineuse avec graviers, très fossilifère, avec profusion de *Proto rotifera* qui y forme des bancs. Cette espèce se trouve dans tous les niveaux de la colline. Les espèces les plus communes sont :

Conus Mercati Brocc. et autres.
Ostrea fimbriata Grat.
Pecten Gentoni Font.
Pectunculus pilosus Lin., var.

(1) Vezian. Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelone, p. 39.
(2) Carez. Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne, p. 264.
(3) Maureta y Thos. Descripcion geologica de la provincia de Barcelona, p. 383 et seq.

Venus umbonaria Lamk.
Tellina planata Linn.
Proto cathedralis Brongn., rare.
Cardita Jouanneti Bast., rare.

Les membres de la Réunion ont pu ramasser des spécimens de toutes ces espèces.

6° Couche plus sableuse que la précédente, avec graviers, jaunâtre, qui devient marneuse en quelques points surtout vers l'ouest ; très fossilifère aussi. *Proto rotifera* est moins fréquent, mais elle abonde en *Turritella bicarinata* Eichw. Les espèces les plus communes sont :

Mesalia Cabricrensis Fisch.
Terebra fuscata Brocc
Dentalium Michelottii Hörn.
Pecten Gentoni Font.
Pecten galloprovincialis Math.
Ostrea fimbriata Grat.
Anomya ephippium Lin.

7° Dépôt de conglomérat polygénique composé de cailloux de granite, porphyre, quartz lydien, schiste maclifère, micacé, argileux, etc., avec des grès intercalés. A la base on y trouve :

Dentalium Michelottii Hörn.
Turritella (*Proto*) *cathedralis* Brong. (rare).
Ostrea fimbriata Grat.
Anomya ephippium Lin., etc.

8° Marnes blanchâtres avec *Pecten galloprovincialis* Math. et empreintes de plantes : *Quercus ilex*, *Juglans*, *Diospyros*, etc.

9° Au-dessus viennent des grès siliceux avec *Proto rotifera* et des poudingues. C'est le dépôt le plus supérieur qui recouvre par place la colline et monte jusqu'au sommet.

10° Manteau de lehm quaternaire argileux, noduleux, qui s'étend surtout sur la pente nord-ouest où son épaisseur est la plus forte.

Il faut remarquer deux choses : 1° que toutes les couches sont concordantes entre elles et en conséquence que la même série de couches se trouve sur le versant opposé ou versant de Miramar (autrefois Vista-Alegre) ; 2° que dans ce versant de Miramar, grâce au faible pli synclinal qui s'y montre, la série visible commence par une couche marneuse à *Turritella turris* (*a*, fig. 2) surmontée par des couches sableuses et des graviers à *Proto rotifera*, *Ostrea fimbriata*, etc. Il est donc permis de supposer que du côté du sud-ouest, l'assise à *Turritella turris* se trouve plus bas cachée par les alluvions du delta du Llobregat, grâce au plongement non interrompu des couches vers le sud-ouest.

Voici la liste des espèces fossiles trouvées dans les couches de la colline de Montjuich. Tous les spécimens présentent une nuance ferrugineuse typique produite par la limonite ; la plupart, surtout

les espèces de grande dimension, sont spathisées et quelques-unes sont à l'état de moules.

VERTÉBRÉS

Sus major Gerv

Odontaspis cuspidata Agass. (*denticulata* Hoppe).

CRUSTACÉS

Balanus sp.

MOLLUSQUES

Strombus Almeræ Crosse.
Pereiræa Gervaisi Vezian, *rr*.
Murex torularius Lam., var. *Montjovicus* Alm. et Bof.
» *aquitanicus* Grat.
Murex striæformis Mich.
» *austriacus* Hörn. et Auing.
» *polymorphus* Brocc. var. *Barcinonensis* Alm. et Bof.
» *sublavatus* Bast., var. *Grundensis* Hörn. et Auing.
Triton olearius Lin., var. A. Bell.
» *gibbus* Alm. et Bof.
Fasciolaria Tarbelliana Grat.
» *fimbriata* Brocc.
» *Linchi* Bast.
Cancellaria Westiana Grat.
» *Barjonæ* da Costa.
» *spinifera* Grat.
» *gradata* Hörn., var. *Masferreri* Alm. et Bof.
» *subcancellata* d'Orb.
» *inermis* Pusch.
Pyrula cornuta Agass.
» *Lainei* Bast.
» *permagna* A. et B. (sp. inéd.).
» *rusticula* Bast.
» *condita* Brgt.
Fusus Almeræ Tourn.
» *Valenciennesi* Grat.
» *inæquistriatus* Bell. ?
» *crassicostatus* Bell.
» *inflatus* Brocc.
Terebra fuscata Brocc.
» *modesta* Defrance.
» *Höchstetteri* Hörn. et Auing.
» *plicaria* Bast.
Buccinum Agathense Bell.
» *semistriatum* Brocc. ?
» *incrassatum* Müll., var. *minor*.
» *pulchrum* d'Ancona.
» *Brugadinum* Grat.
Cassidaria echinophora Lamk.
Cassis mamillaris Grat.
» *saburon* Lamk.
» *sulcosa* Lamk.
Oliva clavula Lamk.
» sp.
Ancillaria glandiformis Lamk.
Conus betulinoïdes Lamk.
» *Aldrovandi* Brocc.
» *Berghausi* Mich.
» *fusco-cingulatus* Brocc.
» *Mercati* Brocc.
» *clavatus* Lamk.
» *ponaerosus* Brocc.
» *Noæ* Brocc.
» *subraristriatus* da Costa.
» *Sharpeanus* da Costa.
» *Eschevegi* da Costa.
» *Broteri* da Costa.
» *ventricosus* Bronn.
» *Haveri* Partsch.
» *Puschi* Mich.
» *canaliculatus* auctorum.
Pleurotoma cataphracta, var. A. Bell.
» *ramosa* Bast.
» *sejungenda* Bell.
» *asperulata* Lamk.
» *calcarata* Grat.
» *Jouanneti* Desmoul.
» *pretiosa* Bell.
» *carinifera* Grat.

Mitra incognita Bast.
» *striatula* Brocc. ?
Cypræa pyrum Gmelin.
» *amygdalum* Brocc.
» *sanguinolenta* Gmel.
» *Duclosiana* Bast.
Natica millepunctata Lamk.
» *redempta* Micht.
» *Josephinia* Risso (= *olla*).
Turbonilla costellata Grat.
Cerithium Klipsteinii Micht.
» *pictum* Bast.
» *bidentatum* Grat. (= *Duboisi*).
Melanopsis Martiniana Feruss. ?
Neritodonta aff. *sulcosa* Grat.
Turritella cathedralis Brgt.
» *gradata* Menke.
» (*Proto*) *rotifera* Lamk.
» *bicarinata* Eichw.
» *turris* Bast.
» (*Mesalia*) *Cabrierensis* Fisch. et Tourn.
Vermetus arenarius Lin.
Scalaria pseudoscalaris Brocc.
» *tenuicostata* Micht.
» *subspinosa* Grat.
» *clathratula* Turton.
Solarium gr. *simplex* Bronn.
Phorus cumulans Desh.
Turbo tuberculatus de Serres.
» *Parkinsoni* Bast.
Rotella subsuturalis d'Orb.
» sp.
Calyptræa ornata Bast.
» *sinensis* Lin.
Patella Klipsteinii Michti.
» *neglecta* Michti. ?
Dentalium Michelotti Hörn.
» *vulgare* Lin.
Helix Christoli Math.
Scaphander lignarius Lin.
Ostrea digitalina Dub.
» *fimbriata* Grat.
» *crassissima* Lamk.
» *gingensis* Schlot.
Ostrea linguatula Lamk. ?
» *Delbosi* May.
Anomia ephippium Lin.
» *costata* Brocc.
Pecten solarium Lamk.
» *Besseri* Andrz.
» *Tournali* de Serres.
» *Janus* Münst.
» *subleithejanus* Alm. et Bof.
» *convexior* Alm. et Bof. (gr. *P. benedictus*).
» *galloprovincialis* Math.
» *Menkei* Goldf.
» *Gentoni* Font. (1) figuré sub. nom. *Celestini* (2).
» gr. *Gentoni*.
» gr. *Labnæ* May.
» *macrotus* Goldf.
» *submacrotus* Alm. et Bof.
» *venustus* Goldf.
» gr. *callistus* Alm. et Bof.
» *ventilabrum* Goldf., var. *semilævis* Alm. et Bof.
» *varius* Lin.
» *variusculus* Alm. et Bof.
» *variusculus* var. C., Alm. et Bof.
» *opercularis* Lamk.
» *scabriusculus* Math.
» gr. *scabrellus* Math.
» *pusio* Lin.
» *præbollenensis* Alm. et Bof. ?
» gr. *Bollenensis* Font.
Lima inflata Chemn.
Pinna Brocchii, var. d'Orb.
» sp.
Mytilus cf. *Haidingeri* Hörn.
Modiola sp.
Arca Fichteli Desh.
» *diluvii* Lamk., var.
» *rhodanica* Font.
» (*Barbatia*) *barbata* Lin.
Pectunculus pilosus Lin., var.
» *Llobeti* Vezian.
Cardium Darwini May.
» *Schmidti* Hörn.

(1) Fontannes. Bassin de Crest, p. 12.
(2) Fontannes. Bassin de Visan, pl. III, fig. 4.

Cardium discrepans Bast. in Hörn.
» sp.
Arthemis sp.
Lucina rotundata Montag.
» *columbella* Lamk.
» *miocenica* Michtti.
» *Dujardini* Desh.
» (*Loripes*) *leucoma* Turton.
Pisidium priscum Eichw. in Hörn.
Cypricardia sp.
Cardita Jouanneti Lamk., var. *lævi-plana* Defr.
» *Zelebori* Hörn.
» *crassicosta* Lamk., var.
Venus umbonaria Lamk.
» *Arnoudi* Fisch et Tourn.
» *Dujardini* Hörn.
» *plicata* Gmel.
» gr. *excentrica* Agass.
Cytherea pedemontana Agass.
» sp.
Lutraria oblonga Lamk., var.
» cf. *sanna* Bast.
Tellina planata Lin.
» gr. *planata* Lin.
» *Stromayeri* Hörn.
» *lacunosa* Chemn.
» *crassa* Pennant. var.
Arcopagia sp.
Solecurtus strigillatus Lin.
» *antiquatus* Pult.
Corbula gibba Olivi.
» *revoluta* Brocc.
Panopæa Menardi Desh.
Thracia Sanctensis Alm. et Bof.
? *Cardilia* sp.
Pholadomya alpina Math., var.
? *Solenomya* sp.
Gastrochæna gr. *intermedia* Hörn.
Pholas dactylus Lin., var.
Teredo Norvegica Spengler.
Clavagella bacillaris Desh.

ECHINIDES.

Clypeaster altus Lamk. (= *turritus* Agass. in Desor).
» *crassicostatus* Agass. ?
» *intermedius* Des Moul. ?
Scutella subrotunda Lamk. ?
Schizaster Scillæ Desor ?
» sp.
Moules de tubes d'Annélides.

PLANTES.

Typha latissima Brgt.
Cyperites sp.
Salix sp.
Populus mutabilis Heer.
Myrica salicina Unger.
Quercus præcursor Saporta.
» *elæna* Ung.
» *myrtilloïdes* Ung.
» *Charpentieri* Heer.
» *Meriani* Heer.
Quercus ilex Lin.
» *ilex* (*oblonga*) Lin.
Benzoin antiquum Heer.
Andromeda protogea Ung. ?
Diospyros brachysepala A. Brgt.
Sapindus densifolius Heer.
Rhus Heufleri Heer.
Juglans vetusta Heer.
Xanthophyllum juglandinum Heer.
Robinia sp., etc.

Les végétaux se trouvent dans la couche marno-sableuse supérieure avec des espèces de mollusques saumâtres qui passent aussi dans le Pliocène de la région.

Les espèces telles qu'*Ostrea crassissima*, *Cardita Jouanneti* et surtout l'ensemble de la faune que l'on recueille dans la colline, ainsi que sa constitution géognostique, nous indiquent nettement qu'elle doit être placée dans le deuxième étage méditerranéen.

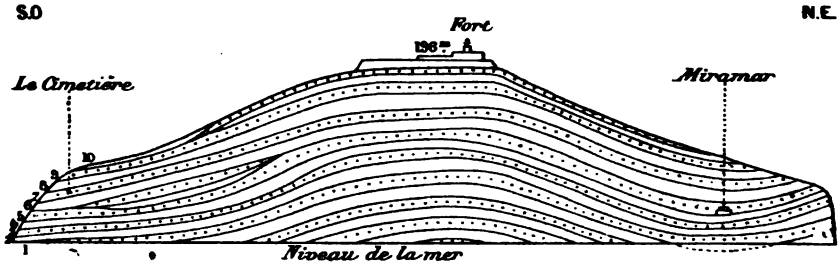
L'ensemble des assises marines, excepté les plus basses, appartient tout à fait à l'étage Tortonien, soit au niveau de Cabrières d'Aigues, tandis que la zone la plus inférieure correspond au niveau supérieur de l'Helvétien.

Les membres de la Réunion, après avoir ramassé des fossiles, sont revenus sur leurs pas et ont regagné la route. Après avoir dépassé le cimetière construit sur le flanc sud-ouest de la colline, à peu de distance de la mer, on remarque des éboulis composés de gros blocs de grès quartzeux entassés, sur des marnes, au-dessus du hameau ou quartier de Antunez. Les vagues de la mer qui autrefois battaient ce flanc de la colline, aidées de l'action érosive de l'atmosphère, ont formé ces éboulis sur la pente. Grâce à leur manque de cohésion, les éboulis ainsi que les lits marneux et sableux qui les soutiennent, occasionnent, quand la pluie est abondante, des glissements de terrain vers le littoral. En 1894, il s'est produit un glissement d'une masse énorme d'éboulis, qui a déplacé les tombeaux situés à l'extrémité est du cimetière. En revenant à la ville par la route du littoral, assise par place, sur la roche même de la falaise, la Société a pu se rendre compte de la tectonique et de la constitution géognostique de la colline, ainsi que de la régularité dans la stratification des diverses couches. Cette disposition est due à une faille verticale dont le groupe de couches du côté du toit est resté submergé sous la mer, tandis que la partie du côté du mur a été soulevée formant la falaise qui longe la route.

Dans la partie du mur on voit un pli anticlinal dont l'arête est occupée par le fort, suivi d'un léger synclinal situé vers le nord de la colline au-dessous de Miramar. Cet anticlinal s'élève comme un bombement entre les deltas du Llobregat et du Besos, jusqu'à la hauteur de 196 mètres. En conséquence, si l'on regarde les strates, dont se compose la colline, nous les voyons plonger à droite et à gauche, allant plonger à gauche sous la plaine actuelle du delta du Llobregat, et disparaissant à droite sous celle du Besos qui supporte Barcelone. Du côté de l'intérieur les couches plongent vers le nord-ouest, de façon à passer sous les marnes pliocènes que la Société vient de voir à Sans et sous le banc calcaire à empreintes et à moules de *Cardium edule*, etc., qui se trouve dans le sous-sol sur le flanc nord de la colline. Du côté du nord-est, le plongement des couches vers l'intérieur est faible. Là, il y a alternance de couches gréseuses, dures et sableuses, accusée par la proéminence des premières sur les secondes. On y distingue neuf assises assez faciles à distinguer par les intercalations des bancs sableux ; l'iné-

gale dureté des bancs donne à ces couches l'apparence d'une ligne brisée dont les angles saillants sont produits par les grès quartzeux. Au nord-est comme au sud-est, les couches sont tronquées et forment une falaise. Cette falaise a été produite d'abord par l'action érosive des vagues de la mer pliocène qui entourait cette colline, et ensuite par l'action des eaux courantes qui, venant du massif du Tibidabo et se dirigeant vers la mer, léchaient les bords nord, est, sud-ouest, du Montjuich.

En regardant, de l'entrée du port, la falaise du littoral, on voit très nettement l'allure et le plongement des assises régulièrement stratifiées (fig. 2), ainsi que la constitution géognostique de la montagne dans sa partie centrale où elle présente de bas en haut la constitution suivante :



2 kilomètres de longueur : 1/30.000e.

Fig. 2. — Falaise littorale de la colline de Montjuich.

10, Quaternaire ; 9, Grès siliceux ; 8, Marnes blanches ; 7, Dépôt d'agglomérat ; 6, Couche à *Turr. bicarinata* ; 5, Couche à *Proto rotifera* ; 4, Couche à *Ost. crassissima* ; 3, Lit d'argile bleue ; 2, Banc de grès dur ; 1, Sables inférieurs ; a, Couche à *Turr. turris*.

1° A la base grès quartzeux poudinguiforme, mais pas de vrai conglomérat, très compact presque à tous les niveaux, métamorphisé, sans lignes de stratification ; les cailloux y sont plus fréquents que dans les autres couches élevées. Ce dépôt apparaît très net au milieu et à la base de la montagne au-dessous du fort, au point appelé « le Morrot ». Ces grès y formaient autrefois une éminence qui a été rasée pour la construction de la voie.

Ses assises sont peut-être les plus anciennes de la colline dont la base disparaît sous la mer, tandis que leur partie supérieure s'élève à environ 30 mètres au-dessus.

Au nord-est, au delà de Miramar, apparaissent les couches marneuses à *Turritella turris* (*a*) qui correspondent à la base de cette assise : Elles sont helvétiennes.

2° Au-dessus vient une série de bancs de grès quartzeux durs alternant à diverses reprises avec des lits de sables argileux jaunâtres, gris, violets, de marnes et d'argiles bleues ou jaunâtres qui forment presque toute la masse de la montagne.

3° Une seconde série de couches gréseuses avec mélange de cail loux roulés, plus ou moins bien cimentés et plus abondants que dans les autres couches, couronne le sommet de la colline.

Ce qui joue dans la constitution du Montjuich le rôle le plus important est le grès quartzeux. Cette roche est utilisée comme pierre de construction pour Barcelone et pour le pavage de l'ancienne ville.

Elle forme des bancs dont la puissance varie de quatre à quinze mètres, la masse inférieure étant la plus épaisse, ainsi qu'on l'a vu plus haut. Les bancs sont traversés par de nombreuses fentes verticales dont quelques-unes sont remplies par du carbonate de chaux cristallisé, des lamelles de gypse, de petits filons de galène et de baryte, des cristaux de pyrite de fer et du soufre amorphe.

Il est à remarquer que sur toutes les assises du milieu de la montagne s'est exercée, avec une grande intensité, une action métamorphique qui a transformé par endroits le grès quartzeux en grès jaspoïde et même en jaspe nettement caractérisé ; on y trouve aussi des variétés de quartz agate et de calcédoine.

Le métamorphisme a aussi altéré la régularité de la stratification des couches en effaçant la stratification qui est très nette, malgré l'origine littorale des couches, dans tous les points où l'influence métamorphique n'a pas agi. On remarque un contraste très sensible entre la partie où les couches sont métamorphisées et celles où elles ne le sont pas.

L'action métamorphique a encore produit le fendillement de la roche dans un sens perpendiculaire à celui de la stratification par suite d'un mouvement de retrait. Elle s'est exercée aussi, quoique avec moins d'intensité, sur le côté nord-est (Miramar) et le côté sud-ouest (cimetière).

Après avoir fait le tour de la colline de Montjuich, la Société est rentrée à Barcelone vers 6 heures.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU JEUDI 29 SEPTEMBRE A OLESA, LA PUDA ET A MONTSERRAT

par M. J. ALMERA.

Partie de Barcelone à 6 heures du matin par la ligne du Nord, la Société est arrivée à 8 heures à la gare d'Olesa.

La ligne traverse d'abord la terrasse quaternaire de la plaine de Barcelone, en suivant la rive droite du delta du Besos, puis la chaîne du Tibidabo par la cluse de Moncada. Dans ce trajet on a pu se rendre compte de la composition de cette chaîne : elle est constituée par du granite (décomposé à San-Andreu de Palomar), par des schistes cristallins maclifères entourant le granite et formant l'auréole métamorphique interne, et au delà par des schistes à séricite, traversés par des filons de porphyre quartzifère.

Après avoir franchi la cluse de Moncada, on entre dans le bassin du Vallès constitué par le Pontien continental, recouvert en grande partie dès Sardanyola par le lehm quaternaire. Les mêmes couches se poursuivent jusqu'à Sabadell, où l'on a découvert des ossements de *Hipparion gracile* Kaup et de *Mastodon longirostris* Kaup, et à Tarrassa. De cette gare on reconnaît à sa nuance jaune le lehm sicilien à *Hippopotamus major* Cuv., dans les berges du ravin de San-Pere (Saint-Pierre) : il repose sur le Pontien et est surmonté par le Quaternaire. Au delà on voit ce même niveau sous le facies torrentiel buttant à Vila-de-Caballs contre les schistes paléozoïques de la chaîne moyenne de notre Principauté, sur lesquels la gare d'Olesa est construite (fig. 3).

En descendant du train la Société a pu étudier des schistes paléozoïques argileux, durs, de couleur grisâtre ou violette, extrêmement plissés et traversés par de nombreux filons de quartz blanc. L'absence de fossiles ne permet pas de dater ces schistes d'une façon certaine : peut-être sont-ils dévoniens ?

MM. Thos y Mauretta (1) éprouvèrent la même difficulté pour fixer l'âge de ces schistes au sud-ouest de ce point. Au fond du ravin de San-Jaume (Saint-Jacques), près d'ici, nous voyons ces mêmes

1) *Op. cit.*, p. 251.

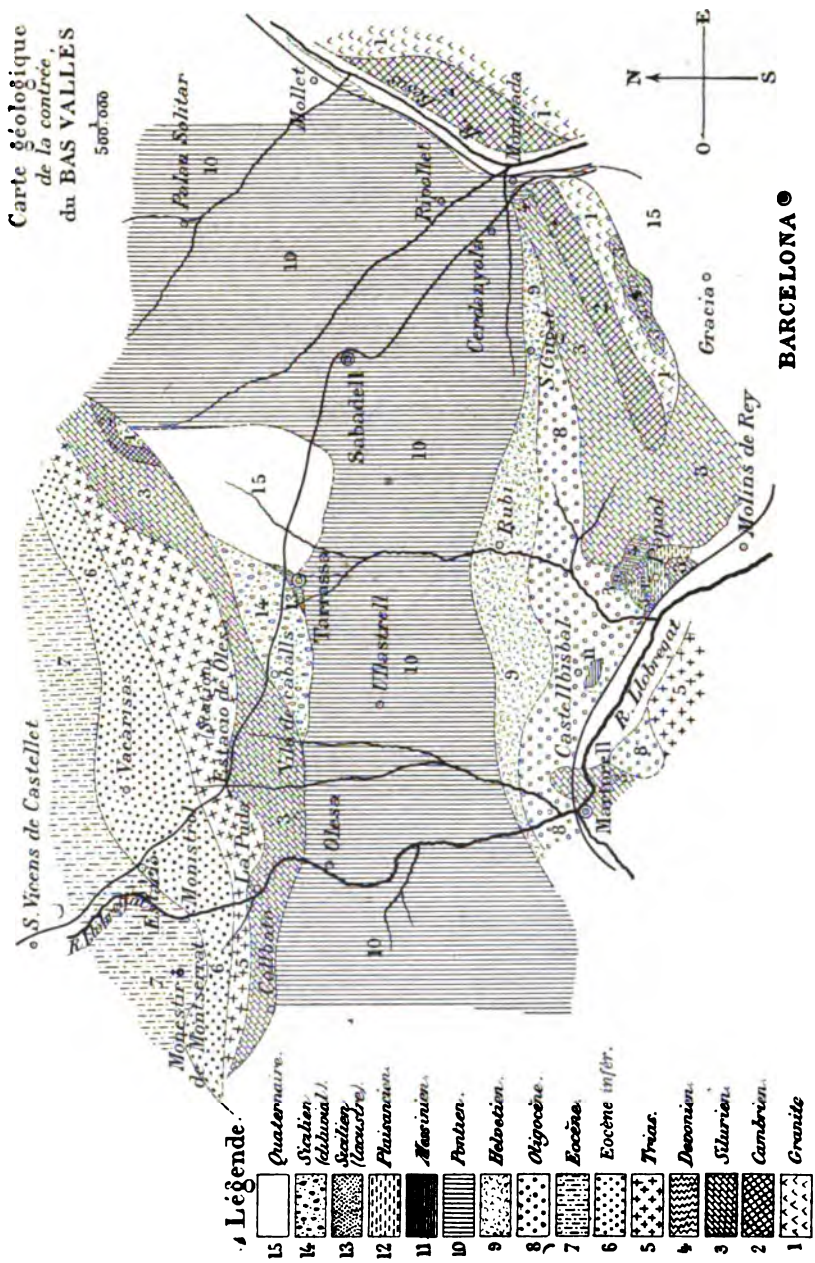

Carte géologique
de la contrée,
du BAS VALLÈS
1/500.000
Légende
15 Quaternaire.
14 Sicilien (diluvial).
13 Sicilien (lacustre).
12 Plaisancien.
11 Messinien.
10 Pontien.
9 Helvetien.
8 Oligocène.
7 Eocène.
6 Eocène infér.
5 Trias.
4 Devonien.
3 Silurien.
2 Cambrien.
1 Granite
S. Vicens de Castellet
Monestir de Montserrat
Monistrol
Vacarisas
Estacio de Olesa
La Puda
Colibato
Olesa
Vila de caballs
Tarrassa
Ullastrell
Sabadell
Palau Solitar
Mollet
Ripollet
Cerdanyola
Montgada
Rubi
Castellbisbal
Martorell
R. Llobregat
Papiol
Molins de Rey
Gracia
BARCELONA
N
S
E
O

Fig 3.

schistes de couleur bleue, décomposés, ravinés, et offrant tout à fait l'apparence des argiles bleues tertiaires.

En remontant la voie, à quelques mètres de la gare, on trouve le Trias qui repose en discordance de stratification sur les schistes. Il présente la même constitution que dans toute la région littorale où nous aurons occasion de le voir : Palleja, Begas et Vallirana.

Les couches en sont tout à fait redressées et parfois même renversées, ce qui permet de se rendre compte facilement de la série d'assises dont il est formé.

A la base, surmontant les schistes, nous voyons un conglomérat à éléments quartzeux, blanchâtre, en bancs très redressés formant une sorte de crête. L'extrémité sud-est du pont s'appuie sur ce conglomérat.

Au delà, et en concordance de stratification, vient un grès rouge micacé passant dans la partie supérieure à un psammite également rouge. C'est dans ces couches qu'est creusé le ravin de San-Jaume dont la largeur est égale à la longueur du viaduc du chemin de fer, soit 120 mètres environ. L'ermitage de San-Pere-Sacama est construit au sommet du col du côté opposé, sur ces grès qui correspondent au Grès bigarré.

Au-dessus des grès, toujours en concordance, vient le calcaire du Muschelkalk en couches très redressées ou légèrement renversées et plissées : c'est sur lui que s'appuie l'autre extrémité du viaduc. Dans la carrière ouverte à l'entrée du tunnel on voit nettement les forts plissements qu'ont subis les couches calcaires dont les plongements varient aussi, tandis qu'à la sortie du tunnel les mêmes bancs calcaires et marneux reposent régulièrement les uns sur les autres sans aucun dérangement malgré leur redressement. Ce calcaire est jaunâtre dans sa partie inférieure et c'est à ce niveau que l'on trouve les *Cératites* dont la découverte est due à M. Bofill (1), des *Natica*, *Chemnitzia*, etc. Sur cette assise, qui est assez mince, repose le calcaire dur, grumeleux, de couleur grise, avec *Mentzelia Mentzeli*. Le tunnel traverse toutes ces couches presque perpendiculairement : leur épaisseur est d'environ 30 mètres, moindre par conséquent que celle des grès rouges. En s'élevant verticalement de l'autre côté du ravin, elles forment le Puig-Ventos en saillie entre le grès rouge inférieur et les assises des grès argileux supérieurs rouges aussi, gypsifères dans la contrée, mais pas en ce point. Ces grès supérieurs sont argileux, plus fins que le grès bigarré, avec

(1) Voir la note de M. Bofill « *Sur le Trias et le Garumnien de la gare d'Olesa (Barcelone) et sur la présence de Cératites dans ces couches triasiques.* »

taches verdâtres par places, très pauvres en mica, formant des lits concordants avec les assises régulières du Muschelkalk. Son épaisseur est à peu près la même que celle du Muschelkalk.

Après, toujours en concordance de stratification et très redressée, vient une autre assise de calcaire compact, gris, divisé en lits minces, sans *Cératites*, dans lesquels on voit des *Fucoïdes*. Ce calcaire est parfois dolomitisé, il est plus épais que le Muschelkalk et fait saillie entre les grès argileux gypsifères tendres et les cargneules peu résistantes et décomposées, qui lui font suite. Ces dernières représentent l'assise la plus élevée du Trias, le Keuper.

Sur ces cargneules jaunâtres ou blanchâtres repose en discordance et plongeant d'abord fortement vers le nord, la base du prétendu Garumnien (1) lacustre qui débute par des assises bréchifères alternant avec des assises gréseuses et grumeleuses rougeâtres. Les brèches sont formées aux dépens des calcaires du Trias. On trouve dans ces couches le *Bulimus Gerundensis* Vidal, qui a tant de rapports avec *Bulimus Hopei* M. de Serres.

En remontant la voie, on voit disparaître les brèches qui sont remplacées par un grès rouge plus clair que le grès du Trias avec lits de cailloux roulés presque tous calcaires. En même temps, le plongement vers le nord diminue rapidement.

Ces grès rouges se continuent jusqu'à la gare de Monistrol, où la Société les verra demain, soit sur une largeur de 10 kilomètres, formant une bande d'une longueur de plusieurs kilomètres qui traverse toute la province. Ils s'appuient en discordance sur les assises précédentes à *Bulimus Gerundensis*, présentant d'abord un faible plongement vers le nord, et devenant bientôt presque horizontaux. Ils conservent toujours la même allure et la même composition et ne renferment, au moins d'après ce que nous connaissons, que des moules d'Algues fucoïdes (?) indéterminables.

Après avoir examiné cette intéressante coupe et discuté sur la tectonique de ces couches et surtout sur l'âge de la dernière assise du calcaire parfois dolomitisé, les membres de la Société ont pris les voitures qui attendaient à la gare d'Olesa pour les conduire à Olesa et à l'établissement de bains sulfureux de la Puda de Montserrat, où le déjeuner était préparé.

En partant, la Société a pu voir de suite un petit dépôt torrentiel du Sicilien, adossé contre les schistes de la gare, et plus loin, les schistes paléozoïques bleus, au ravin de Sant-Jaume que traverse le chemin de fer.

(1) Ces couches à *Bulimus* doivent être attribuées à la base de l'Éocène.

Pendant le trajet de 5 kilomètres on a pu se rendre compte des plissements et de l'allure des schistes paléozoïques, masqués par places soit par le Sicilien torrentiel, soit par le Quaternaire qui, partout dans la région, constitue une mince couverture cachant les formations plus anciennes.

Un peu avant d'arriver à la Casilla (maison des Cantonniers) on trouve le Pontien continental qui occupe, comme nous l'avons dit, presque toute l'étendue du Vallès et du Panadès. Il est constitué par des assises argileuses, gréseuses, intercalées dans des bancs de cailloux plus ou moins fortement cimentés et plongeant en général vers la plaine, ainsi qu'on peut le voir dans les tranchées faites pour la construction de la route. Ce dépôt s'étend jusqu'au delà du village d'Olesa bâti sur lui.

En sortant du village, la Société a pu se rendre compte de l'énorme puissance du Pontien sur lequel est construit le village d'Esparraguera avec son haut clocher. Elle longe la rive gauche du Llobregat et après avoir traversé un petit lambeau de quaternaire qui masque les schistes paléozoïques coupés par le fleuve, les retrouve à découvert en amont, toujours très plissés et tourmentés. Ils offrent ici une texture variée, diabasique ou gréseuse et sont traversés par de nombreux filons tortueux de quartz blanc et quelquefois de brèche tuffacée. Ils sont feuilletés et très plissés en tous sens et au delà de la Casa blanca (Maison blanche) ces plis simulent des corps cylindroïdes. Tout près de l'Etablissement, presque en contact avec les poudingues du Trias, ils sont traversés par des filons de porphyre quartzifère très riche en magnétite au point d'agir sur l'aiguille aimantée.

Au fond du ravin de San-Salvador (Saint-Sauveur) qui passe au pied de l'établissement des bains de la Puda pour se rendre au Llobregat, les membres de la Société ont vu les bancs de poudingue quartzeux redressés, de la base du Trias : ils font partie de la bande qui se voit à la gare d'Olesa et qui limite le massif schisteux dont on a longé le flanc sud.

Arrivé à l'établissement de bains bâti au bord même de la rivière, on a visité dans les sous-sols, les sources sulfureuses qui sortent du calcaire de la partie supérieure du Trias ou peut-être d'entre le calcaire et les marnes gypsifères qui le surmontent d'une façon anormale.

Ces sources sont très sulfureuses comme l'indique la forte odeur d'acide sulfhydrique qui sature l'atmosphère de l'établissement et des environs. Il y a trois sources donnant un débit total de 636 litres

par seconde : leur apparition date du tremblement de terre de Lisbonne en 1775.

Voici la composition d'un litre d'eau d'après l'analyse faite par le professeur Monner :

Gaz	Nitrogène	21,35	cent. cubes
	Acide carbonique libre	122,58	» »
Principes fixes	Sulfure sodique	0,043	grammes
	Silicate sodique	0,041	»
	Chlorure magnésique	0,052	»
	» calcique	0,346	»
	» sodique	1,023	»
	Sulfate calcique	1,100	»
	» sodique	0,435	»
	Bicarbonate de chaux	0,210	»
	» de magnésie	0,055	»
	Alumine	0,011	»
	Oxyde ferrique	0,004	»
	Matières organiques nitrogénées	0,026	»
	Traces de bromures, iodures et acide borique		
	Total	2,356	

C'est l'eau minérale la plus riche en sulfure sodique après celle de Bagnères-de-Luchon.

Après le déjeuner, la Société a examiné le contact anormal et la composition des couches tout à fait redressées et même renversées, remarquant que le poudingue de la base du Trias y est à peine représenté. Il repose, comme à la gare d'Olesa, sur les schistes violets qui ici sont plus fins et sans filons de quartz. Les calcaires du Muschelkalk n'existent pas à cet endroit, mais plus haut on peut en voir quelques lambeaux démantelés et de peu d'étendue.

On a ensuite franchi la rivière en traversant le pont de l'établissement; à gauche du pont on voit de grands rochers de calcaire travertineux avec poudingues du Pontien qui constituent en ce point la falaise droite de la rivière, haute de plus de 50 mètres. Ce Pontien repose en partie sur les formations triasiques renversées qu'on voit dans le lit de la rivière; il renferme des moules de tiges et des empreintes de feuilles. En outre, on remarque une alternance de bancs de poudingues à éléments pour la plupart calcaires.

Presque tous les membres de la Réunion ont fait à pied le petit trajet (1 kilomètre) du chemin de la Puda au Cairat, en suivant la rive droite de la rivière, pour se rendre compte des grandes dislocations des couches dans ce coude de la rivière. A la ferme du

Cairat (144 mètres) les tartanes nous attendaient pour nous conduire à Monistrol (162 mètres).

Les membres de la Réunion, vivement intéressés par ces dislocations, sont restés quelque temps pour étudier la succession des diverses assises qui apparaissent dans ce défilé du Llobregat. Il est difficile ou plutôt impossible de débrouiller la succession des couches variées qui affleurent en ce point sans parcourir le versant de la rive droite du haut en bas. C'est pourquoi on a longuement discuté et sur l'allure et sur l'âge des couches, le temps faisant défaut pour monter au niveau de la route d'Esparraguera, d'où on

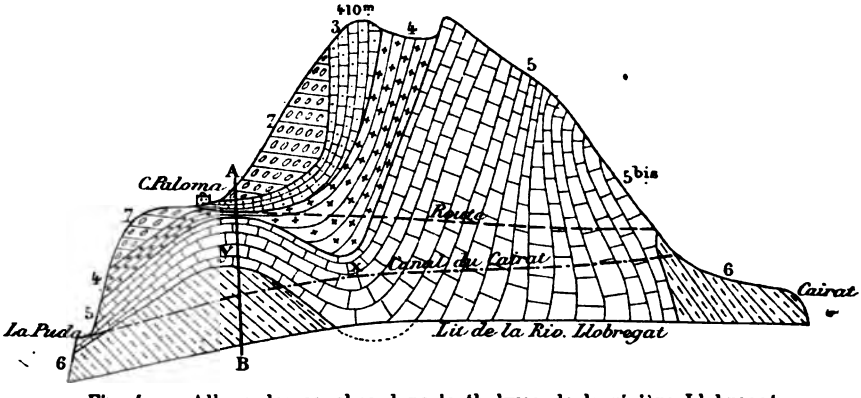


Fig. 4. — Allure des couches dans le thalweg de la rivière Llobregat entre la Puda et le Cairat.

Echelle : longueur 1/10.000 ; hauteurs libres.

3, Calcaire du Muschelkalk ; 4, Grès argileux rouges gypsifères du Keuper ; 5, Bancs calcaires à Fucoïdes ; 5bis, Calcaires dolomitisés ; 6, Couches argileuses éocènes ; 7, Pontien continental ; y, Anticlinal ; x, Synclinal.

distingue nettement l'allure des couches triasiques et pour repasser le pont et se rendre sur la rive gauche où il faut aller pour se rendre compte du rapport anormal des couches du prétendu Garumnien avec celles du Trias. Malgré le manque de temps pour l'observation, M. Carez a bien vu le rapport des diverses couches entre elles et interprété justement cette coupe : Il croit, comme on peut le voir dans le compte-rendu sommaire, que « les couches rouges » que l'on observe près du pont, sont bien garumniennes et non » triasiques : c'est une faille qui a fait retomber le Muschelkalk » sur le Garumnien. » En réalité c'est le Keuper et non le Muschelkalk qui est retombé.

En suivant le chemin de la Puda au Cairat, la Société a traversé la série suivante (fig. 4) :

1° Calcaires triasiques (5) à *Fucoïdes* sur lesquels repose le pont, plongeant fortement au N.-O.

2° Tout près du pont une série de couches rouges (6), argileuses, de texture grossière, renfermant de petits nodules marneux blancs souvent assez abondants pour former des bancs de couleur jaunâtre alternant avec les bancs rouges qui prédominent. Ces couches paraissent bien tertiaires et pas du tout triasiques. Elles franchissent la rivière pour apparaître sur l'autre rive avec la même allure ; elles plongent ici de 15°-20° vers le nord, et sont en partie recouvertes par les calcaires triasiques à *Fucoïdes* retombés sur elles et formant un pli anticlinal déversé (*y*).

3° Les calcaires à *Fucoïdes* (5) réapparaissent ainsi que les marnes calcaires avec traces de végétaux plongeant fortement au sud. Ils forment l'autre flanc de l'anticlinal, puis un synclinal (X) en se redressant : ils forment sur le flanc de la montagne une saillie qui monte du lit de la rivière jusqu'au sommet de la montagne qui domine sa rive gauche.

4° Après, vient une série de calcaires compacts, de calcaires marneux lités (5) ou à stratification irrégulière, tourmentée, parfois faiblement et irrégulièrement plissés, comme s'ils avaient subi de fortes compressions latérales.

5° Lits calcaires marneux (5*bis*), assez irréguliers, faiblement plissés, plongeant de 70° vers le nord.

6° Couches argileuses (6) de texture grossière, avec brèches, à *Bulimus Gerundensis* Vidal, peu discordantes sur les couches précédentes. Elles appartiennent à la base de l'Éocène.

Dans le lit de la rivière on retrouve la même série : calcaires à Fucoïdes triasiques, couches rougeâtres argileuses, calcaire triasique, Éocène. A cause du coude de la rivière, tandis que les couches affleurant près du pont sont coupées perpendiculairement, celles qui se montrent plus haut sont coupées par la rivière parallèlement au plan de stratification, d'où résulte dans le lit de la rivière une petite crête de calcaire triasique par-dessous lequel passe l'eau. On remarque en ce point que les couches calcaires traversent la rivière et remontent un peu sur le versant opposé, surmontées par les bancs argileux et poudinguifères de l'Éocène. Mais à un niveau plus élevé, par exemple sur la route d'Esparraguera à Monistrol, établie à 90 mètres au-dessus du lit du Llobregat et parallèle à lui, on observe la série suivante :

1° Dépôt argilo-sableux ou travertineux d'alluvions continentales avec cailloux roulés (7), Pontien couvrant les schistes paléozoïques.

2° Calcaire compact et dolomitique (3) en gros bancs de plus de 1m50 d'épaisseur ou en bancs plus minces (Muschelkalk), plongeant d'abord au sud, puis au nord (40 mètres). Cette assise est, comme nous l'avons dit plus haut, supprimée au niveau du thalweg du Llobregat. De ce point, le calcaire monte jusqu'à la hauteur de 410 mètres et se poursuit à l'ouest jusqu'aux environs de Collbato. Il est en contact par faille avec le paléozoïque et renferme des *Gyroporelles* et au sommet des nodules siliceux.

3° Argile gréseuse rouge (4), avec petits lits de calcaire marneux et de gypse, concordants avec les calcaires précédents. (Épaisseur, 40 mètres).

4° Calcaires compacts à *Fucoïdes* (5), en lits de peu d'épaisseur, à stratification régulière, formant une saillie dans la falaise et une crête au sommet. Ils sont très redressés et même renversés vers le nord.

Après, vient une série de lits calcaires irrégulièrement stratifiés (60 mètres).

5° Série de bancs calcaires (5 *bis*), faiblement plissés, et plongeant toujours fortement (55°-60°) vers le nord. L'assise 3, et peut-être les assises 4 et 5, doivent être attribuées au Keuper.

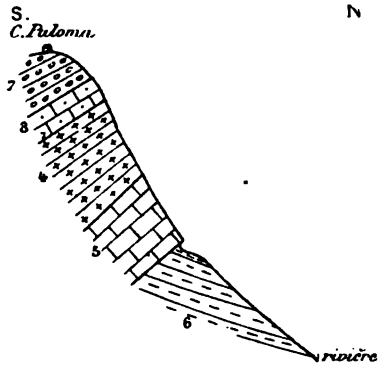


Fig. 5. — Coupe du versant droit de la rivière Llobregat, selon la ligne AB de la fig. 3.

Longueur 180 m. ; hauteur 100 m.

3, Calcaire du Muschelkalk ; 4, Grès argileux gypsifères ; 5, Bancs calcaires à Fucoïdes ; 6, Bancs argileux de l'Éocène ; 7, Pontien.

6° Argile grumeleuse d'abord puis bréchifère (Éocène, 6), plongeant fortement vers le nord, à peu près concordante avec les dernières couches calcaires (5 *bis*).

Les relations anormales, que montre la coupe (fig. 5), de l'argile gréseuse à gypse avec le calcaire du Muschelkalk qui la surmonte, et du calcaire à *Fucoïdes* inférieur à l'argile gréseuse, prouvent nettement le renversement des couches en ce point. La position de l'Éocène par rapport au Trias vient le confirmer. Il s'agit donc d'une faille inverse qui a

commencé probablement par une faille normale grâce à laquelle l'Éocène s'est mis d'abord en contact anormal avec le Trias, ainsi qu'on le remarque près de la gare d'Olesa; plus tard est venu un renversement des couches triasiques accompagné d'une poussée du côté du Paléozoïque, poussée qui a fait coucher et chevaucher ici le Keuper sur l'Éocène. D'après ces données, il n'y a pas de doute que l'argile gypsifère (4) affleurant près de l'établissement et qui repose sur le calcaire à *Fucoïdes* (5), (fig. 6), ne soit la même que celle qui affleure sur la rive droite au-dessus de la route d'Esparraguera et qu'autrefois elle n'ait recouvert l'anticlinal calcaire pour se réunir au lambeau de l'autre rive.

Le Muschelkalk et le grès bigarré semblent avoir été supprimés par laminage et étirement dans l'intervalle qui sépare ici les deux rives du Llobregat.

L'argile à gypse et le calcaire à *Fucoïdes* ont été aussi étirés et laminés en même temps qu'ils retombaient et se plissaient sur l'Éocène. C'est à cet accident dynamique qu'il faut attribuer leur épaisseur des deux côtés du centre de l'affaissement.

Sur la rive gauche, on voit très nettement (fig. 6) le renversement

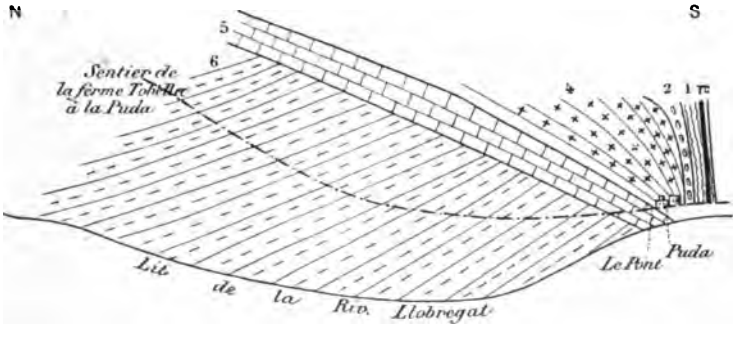


Fig. 6. — Coupe du versant gauche du Llobregat à la Puda.

Longueur 300 mètres.

π, Porphyre ; 1, Schistes paléozoïques (Dévonien ?) ; 2, Poudingue de la base du Trias ; 4, Grès argileux rouge gypsifère ; 5, Bancs de calcaire à Fucoïdes renversés ; 6, Couches argileuses avec des cailloux de l'Éocène.

des couches et le chevauchement du calcaire à *Fucoïdes* sur le Garumnien : à dix mètres au nord de l'Etablissement le calcaire triasique sur lequel repose le pont surmonte les dépôts de l'Éocène. constitués par des argiles grossières, rougeâtres, alternant avec

d'autres argiles psammitiques avec galets calcaires pour la plupart. Sur le calcaire repose l'argile gréseuse à gypse.

C'est à ce phénomène dynamique qu'est due l'énorme pression qui s'est exercée sur une partie des couches calcaires et les a redressées et plissées, ainsi que l'affaissement dont a profité le Llobregat pour faire passer ses eaux.

En continuant à suivre la rive droite de la rivière, et avant d'arriver à la chute appelée le Cairat, nous avons trouvé, après le calcaire du Keuper, des couches argileuses bréchifères, très redressées, de la base de l'Éocène à *Bulimus Gerundensis* Vidal; elles ne tardent pas à devenir verticales, puis prennent un plongement nord. Elles correspondent à celles que la Société a vues le matin près de la gare d'Olesa en contact avec le Trias. Au delà, sur ces argiles repose en discordance une série de couches rouges, argileuses, bigarrées, psammitiques, avec lits de cailloux ; elles plongent légèrement vers le nord et vont passer sous les poudingues de Montserrat qui les surmontent en concordance de stratification.

Après s'être rendu compte dans le fond du ravin de « La Salut », venant du village de Collbato (fig. 7), des rapports de ces couches avec les poudingues de la haute montagne qui nous fait face, la Société a pris les voitures à la ferme du Cairat, et a traversé, en suivant toujours la rive droite, le défilé creusé par le fleuve dans les couches éocènes inférieurs et moyennes. Ce défilé (fig. 8) a une longueur de 10 kilomètres et ne traverse que des couches fluvio-lacustres toujours très régulièrement stratifiées de plus de 150 mètres d'épaisseur. La série commence par des couches rouges lacustres, argileuses et psammitiques et se poursuit par une alternance de grès micacés et poudingues, avec faible plonge-

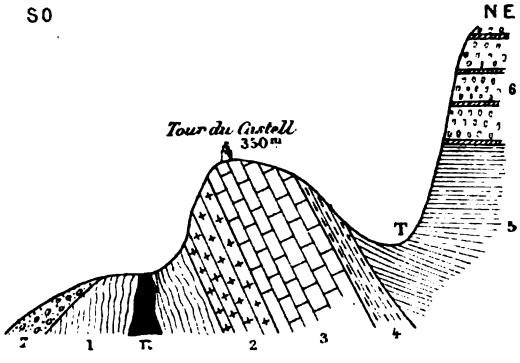


Fig. 7. — Coupe prise entre Collbato et le Montserrat.

Longueur : 2.500 mètres.

1, Schistes paléozoïques ; 2, Grès rouge gypsifère ; 3, Calcaire en lits à Fucoïdes (niveau à *Natica gregaria*) ; 4, Couches argileuses éocènes ; 5, Psammites éocènes ? ; 6, Poudingue du Montserrat ; 7, Alluvion pontienne ; π, Porphyre quartzifère ; T, Ravin de La Salut.

ment vers le nord, et sans aucune intercalation marine jusqu'au village de Monistrol, bâti au pied du Montserrat. C'est là où pour la première fois apparaît l'élément marin dont les couches calcaires se coincent dans les couches rouges fluvio-lacustres. Les couches marines gréso-calcaires contrastent d'ailleurs par leur nuance verdâtre, devenant jaune par altération et par leur composition avec les couches rouges éocènes.

Ce dépôt marin coupé par la route qui, de Monistrol, mène au Monastère de Montserrat, se poursuit en franchissant le ravin de las Guilleumas vers le village, puis le Llobregat et s'étend vers l'ouest où il présente un développement plus considérable qu'au pied du Montserrat : il y atteint une épaisseur de 38 mètres et se montre à 15 mètres au-dessus du niveau de la rivière surmontant les dépôts fluvio-lacustres dont les couches supérieures ont disparu par érosion. On y remarque des traces charbonneuses de plantes monocotylédones et une faune tout à fait littorale où les Nummulites font entièrement défaut. On y trouve :

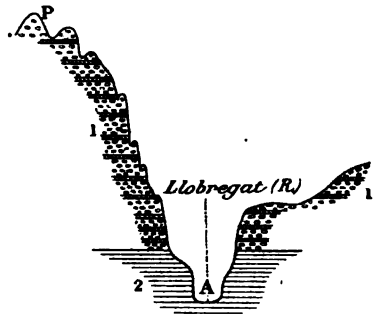


Fig. 8. — Coupe transversale de la rivière Llobregat entre le Cairat.

Longueur : 145 mètres.

P, Pic au-dessus de la grotte de la Sainte-Vierge du Montserrat ; A, Lit de la Llobregat ; 1, Poudingue (Oligocène ?) ; 2, Grès rouges (Eocène ?).

Rostellaria cf. *multiplicata* Bellardi.
Conus vois. du *turritus* Lmk.
Cypræa elegans Def.
» cf. *sulcosa* Lmk.
Natica patula Desh.
» sp.
Pecten plebeius Lmk. v. *elliptica*.
» sp.
» sp.
Spondylus sp.
Pectunculus sp.
Modiola sp.
Cytheræa vois. *lævigata* Lmk.
» *nitidula* Lmk.
Lucina scalaris Def.
» *concentrica* Lmk.
» *callosa* Desh.
Tellina sinuata Lmk.
» *tenuistria* Desh.?
» *donacialis* Lmk. var.
Corbula cf. *Gallica* Lmk.
Arcopagia sp.

C'est l'Eocène marin qui occupe le niveau le plus bas stratigraphiquement; on en voit un affleurement dans le flanc nord-est du Montserrat; il pénètre en coin dans les couches de grès et de poudingues fluvio-lacustres dont la montagne est composée (1). La

(1) MM. Maureta y Thos, qui (*op. cit.*) discutent avec détail sur la constitution géognostique de cette montagne, ont déjà remarqué cette relation des couches marines avec les couches fluvio-lacustres.

même allure des couches se remarque, d'après M. Bofill, dans le versant nord de la montagne de San-Llorens-del-Munt qui lui fait suite et formée des mêmes conglomérats que le Montserrat.

A l'entrée du village de Monistrol, la Société a quitté les voitures, se dirigeant vers la gare du chemin de fer à crémaillère qui, plus tard, nous montera au Monastère. Dans ce trajet de quarante minutes, on coupe toujours des couches gréseuses avec petits cailloux roulés plongeant légèrement au nord. A la gare, dans la tranchée du chemin de fer, on voit un niveau supérieur, sous forme de calcaires avec faune saumâtre de *Potamides*, *Cérithes*, *Mélanies*, *Cyrènes*, annonçant le passage du régime marin au régime fluvio-lacustre pendant lequel se sont déposés les argiles, grès et poudingues qui séparent le premier dépôt marin d'un second à un niveau plus élevé. La ligne du chemin de fer atteint ce premier dépôt ; elle reste au-dessous lorsqu'elle tourne vers l'est, mais la route coupe les trois niveaux marins qui affleurent au flanc nord-nord-est de la montagne.

Dans ce lambeau saumâtre on trouve :

Pyrula condita Brgt.
» *tricostata* Desh.
Cerithium gr. *submargaritaceum*.
» sp.
Potamides sp.
Melania cf. *Alpina* May.
Bulla parisiensis d'Orb.
Vulsella falcata Gold.
Modiola sp.
Arca sp.
Leda sp
Nucula sp.
Cardium granulosum Lmk.
» *obliquum* Lmk.
Cardium Bonelli Bellardi.
» sp.
Pholadomya margaritacea d'Orb.
» sp.
Lucina sp.
Cyrena antiqua Ferussac.
» cf. *cuneiformis* Ferussac.
Venus sp.
Tellina sp.
Solen rimosus Bellardi.
Panopæa sp.
Teredo sp.
Asterias cf. *Desmoulinsi* d'Arch.

Quelques membres de la Société se sont arrêtés à la gare; les autres, continuant vers le nord, ont remonté le flanc de la montagne à travers les couches fluvio-lacustres; à 2 kil. 500 de la gare, nous avons trouvé dans le petit bassin de la confluence des ravins de Tortugué et de Fideué la deuxième zone marine fossilifère qui correspond au Lutétien moyen, bien caractérisée par certaines espèces de *Nummulites* et autres fossiles du même niveau.

Ce sont :

Natica sp.
Velates Schmideliana Chemnitz, *c*.
Cerithium gr. *giganteum* Lamk., *c*.
Ostrea multicostata Desh.
» *uncifera* Leym.
Pecten sp.

Eschara cf. *subchartaica* d'Arch.
Retepora sp.
Echinolampas cfr. *Archiaci.*
» *Vidali* Cott.
Operculina granulosa Leym.
Nummulites perforata d'Orb.
» *striata* d'Orb.
» *Lucasana* Defrance.
» *lævigata* Lamk.

Cette assise est constituée par des lits d'argile qui se brisent en fragments sous l'influence de l'atmosphère et par des bancs de calcaire blanchâtre ou grisâtre, gréseux, avec des petits cailloux de calcaire, de lydienne, de grès, etc. Ces dernières couches sont particulièrement riches en *Nummulites* et en autres espèces.

La puissance des assises marines dépasse 60 mètres.

Au-dessus de ce niveau on voit trois assises qui se distinguent parfaitement dans le versant escarpé que nous avons en face de nous correspondant à la colline de la ferme de la Calsina :

1° Une bande d'argile gréseuse rougeâtre en lits minces concordants avec les couches inférieures sans fossiles qui forment la partie moyenne de ce versant. Son épaisseur est de 40 mètres.

2° Sur l'argile repose un calcaire gréseux, blanc jaunâtre, alternant avec des couches marneuses sableuses à cailloux. Il passe sous l'ermitage de Sainte-Cécile et pénètre en biseau dans la masse fluvio-lacustre au-dessus de la voie du chemin de fer passant par la « Masia-de-la-Creu ». Cet ensemble est très fossilifère, riche en Oursins surtout. Les espèces principales sont les suivantes :

Natica sp.
Velates Schmideliana Chemnitz (moins fréquent que dans le niveau précédent).
Ostrea multicostata Desh.
Pecten corneus Sow.
Spondylus Roualti Desh.
Chamu latecostata Lamk., var. *minor.*
Phalacrocydaris Gautieri Lambert, in litt., nov. sp.
Leiocidaris itala Laube.
» *Boftlli* Lambert, in litt., nov. sp.
Echinopedina granulosa Lambert, in litt., nov. sp.
Coptosoma cribrum Agassiz.
» *Pellati* Cotteau
Psammechinus Hispaniæ Lambert, in litt., nov. sp.
Cœlopleuros coronalis Klein.
Ditremaster (??) indéterminable.
Schizaster rimosus Agassiz ??
» *Vidali* Lambert, in litt., nov. sp.
» *Montserratensis* Lamb., in litt., nov. sp.
Brissoides Almeræ Lambert, in litt., nov. sp.
Sarsella Lorioli Lamb., in litt., nov. sp.
Operculina granulosa Leym. ?
Nummulites Biarritzensis d'Arch.
» *Lucasana* Defr.
» *lævigata* Lamk.
» *striata* d'Orb.

3° Nouveau dépôt argilo-sableux rougeâtre couronnant la colline de la Calsina.

A 5 heures les membres de la Société ont pris le train à crémail-

lère pour monter au Monastère du Montserrat (739 mètres) que l'on atteint en 35 minutes.

Durant le trajet on a pu se rendre compte de la constitution de la montagne puisque la voie, dans sa première moitié, coupe les couches perpendiculairement au sens de la stratification. A

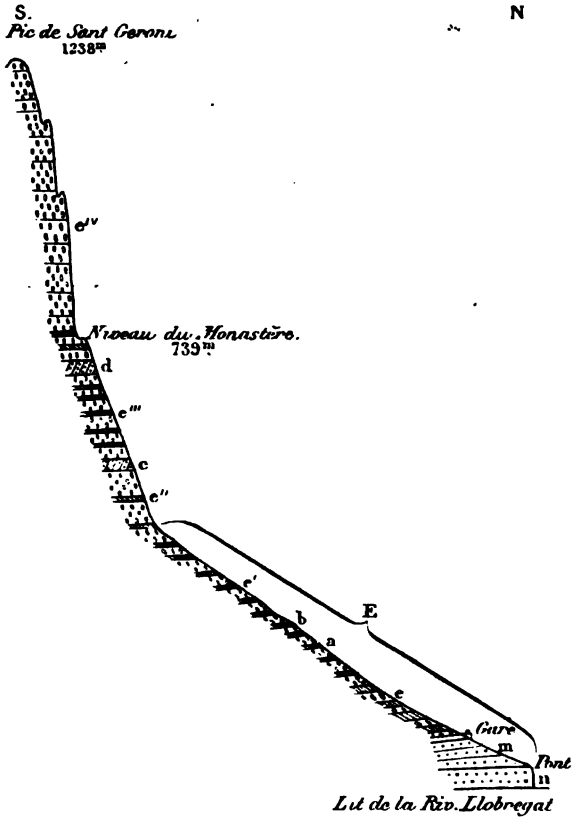


Fig. 9. — Coupe de Monistrol à San Geroni.

Longueur : 500 mètres. — Hauteur : 1,082 mètres.

E, Relevé de la section inférieure de la voie à crémaillère ; n, Couches rouges lacustres ; m, Assise marine et saumâtre inférieure ; b, Assise à Annélides ; c, Assise marine moyenne ; d, Assise marine supérieure ; e, e', e'', e''', e'v, Assises fluvio-lacustres.

377 mètres au-dessus du niveau du Llobregat, la voie tourne à l'est et alors les couches ne sont plus coupées qu'obliquement. Voici donc la coupe que présente la montagne depuis le lit du Llobregat :

elle comprend 1.082 mètres, dont 586 mètres du Llobregat au niveau du Monastère et 496 mètres du Monastère au sommet. La première moitié de la coupe a été relevée le long de la tranchée du chemin de fer qui suit le flanc nord-est du ravin de las Guilleumas. Voici la coupe (fig. 9) :

1° Grès rouges argileux, bariolés parfois, constituant la base de la montagne, bien stratifiés. On les traverse de la Puda à Monistrol. L'épaisseur totale est inconnue ; la partie visible ici est de. . .	38 m.
2° Bancs de calcaire gréseux dur, bleuâtre, d'origine marine, avec amas marneux jaunâtres, renfermant des traces charbonneuses de végétaux monocotylédones et une faune littorale devenant saumâtre à la partie supérieure (m). Epaisseur.	32 m.
3° Lits d'argile au nombre de 13, avec veinules de gypse et moules de Fucoïdes; marnes grumeleuses verdâtres, rouges, lie de vin, bariolées, alternant avec des bancs de poudingues polygéniques à petits éléments en général, peu cimentés. L'épaisseur des lits d'argile et bancs de poudingues va de 0m75 à 4 m. (e). Epaisseur	133 m.
4° Banc de grès tendre, grisâtre, à moules d'*Annélides* (b).	3 m.
5° Nouvelles argiles rougeâtres, bariolées, grumeleuses, sans gypse, avec alternance de bancs de poudingues à éléments plus gros et plus fortement cimentés, dont l'épaisseur dépasse celle des assises argileuses (e′e″)	174 m.
6° Assise marine moyenne de grès gris bleuâtres, avec petits cailloux, à *Nummulites perforata*, *N. striata*, etc. (c)	26 m.
7° Alternance irrégulière de poudingues bien cimentés et de lits minces d'argile rouge (e‴)	110 m.
8° Assise marine supérieure de grès calcaire bleuâtre et de calcaire à *Nummulites Biarritzensis*, *Natica*, etc., (d).	40 m.
9° Alternance de couches rouges d'argile dure, grossière avec les poudingues polygéniques qui prédominent à mesure que l'on approche du sommet de San-Geroni (e^{IV}). Epaisseur	526 m.
EPAISSEUR TOTALE.	1.082 m.

Comme on le suppose, on pourrait distinguer beaucoup plus de couches sur ce versant de la montagne, car les alternances de grès, de calcaire, d'argile et de poudingues se renouvellent un grand nombre de fois, et je n'ai fait que grouper les différentes zones de la façon que je crois la plus rationnelle. M. Carez (1) a fait la même observation au sujet de la coupe de cette montagne.

Avant d'arriver au Monastère on a pu remarquer la prédominance du poudingue bien cimenté sur lequel est construit le Monastère. Il présente en général une teinte grise, plus rougeâtre à la base. Ses éléments sont très roulés, quelques-uns atteignent le diamètre de 0m45, mais la plupart ne dépassent pas 0m10. Ils sont fortement

(1) CAREZ. *Op. cit.*, p. 168.

agglutinés par une sorte de grès grossier, mélangé parfois de calcaire, et présentent une grande résistance. La plupart des terrains sont représentés dans ce poudingue, toutefois les calcaires compacts crétacé et triasique y dominent, accompagnés de silex noirs, blancs, de schistes paléozoïques, de granite, de porphyre, etc.

Grâce à l'extrême dureté et la résistance inégale aux agents atmosphériques de cette masse de conglomérats, l'érosion a formé au sommet de la montagne une multitude de tours gigantesques surmontées de pics aigus qui lui donnent un aspect tout à fait spécial. Vue de loin, aussi bien du côté de Manresa (nord) que du côté du Panadès (sud), sa silhouette a l'aspect d'une scie (fig. 10), d'où est venu son nom de «Montserrat» (Mons-serratus). Elle est isolée entre les deux rivières de la Noya, au sud, et du Llobregat, au nord ; sa direction est à peu près E.-O. ; elle s'étend sur une longueur de 15 kil. et a 5 kil de large à son extrémité orientale (ravin de La Salut) et 100^{m} à peine à son extrémité occidentale (col de Can (ferme) Massana).

Son altitude maximum est de 1.238^{m}.

Son versant nord, qui est le plus escarpé, présente une série de gradins coupés par de petits ravins : la route franchit ces gradins par des lacets, tandis que le chemin de fer les coupe, sauf le dernier, qu'il traverse par un tunnel. Vers l'ouest et vers le nord ouest la masse de poudingue diminue d'épaisseur, des grès rouges s'y intercalent d'abord, puis le conglomérat disparaît complètement remplacé par des grès et du macigno avec quelques galets, comme on le verra en allant de Manresa à Calaf, lors de la course supplémentaire dans la province de Lérida.

Presque toute la partie supérieure de la montagne est crevassée et parsemée de goufres (pouetons), et dans les parties inférieures où dominent les argiles il y a des grottes servant de réservoirs aux eaux pluviales qui sortent avec violence des flancs de la montagne (surtout sur le versant oriental) par des trous appelés dans le pays « Mentirosas ». L'érosion causée par ces eaux agrandit chaque fois les grottes et creuse l'intérieur de la montagne qui ainsi est destinée à s'effondrer quand l'appui intérieur fera défaut aux masses supérieures de poudingue.

Il va sans dire que le panorama qui se déroule du haut du Montserrat est superbe : au nord, les collines de Berga, et au delà, à l'horizon, les Pyrénées couvertes de neige ; à l'est, San-Llorens-del-Munt, et au delà le Montseny ; au sud, la plaine du Vallès, au delà, la chaîne du Tibidabo et à l'horizon les îles Baléares ; à l'ouest,

la belle plaine du Panadès, au delà les montagnes de Prades, le plateau de la Segarra et à l'horizon les montagnes de l'Aragon.

D'où est venue une si énorme masse de cailloux ? C'est une question que se posent tous les visiteurs de la montagne. J'y ai déjà répondu dans la monographie de cette montagne publiée en 1880 (1), et voici comment : Les terrains infra-crétacés du massif de Bégas s'étendaient sur toute la contrée du Panadès, jusqu'aux montagnes de la chaîne moyenne du pays, par-dessus le Trias. Tout récemment, j'ai trouvé, reposant sur le Trias, un lambeau de calcaire crétacé en place sur le bord septentrional du Panadès tout près de San-Quinti de Mediona, ce qui confirme mon opinion. Le Trias du massif littoral recouvrait de la même façon la surface du Panadès et la région basse du bassin du Vallès, par-dessus les formations paléozoïques. Ces trois formations constituaient une large et haute chaîne qui limitait par son bord nord la mer éocène. Cette chaîne est représentée aujourd'hui par les chaînes paléozoïques littorale et moyenne dans lesquelles subsistent encore des lambeaux de formations secondaires. En effet, à la grande masse triasique qui est restée dans le plateau de Bégas, sur le versant littoral, il faut ajouter deux autres lambeaux, l'un, très petit, à la chapelle de N. D. du Coll (Horta) composé de conglomérats et de grès rouge, l'autre à l'est tout près de la mer, très bouleversé, s'étendant de Badalona à Montgat ; les trois formations y sont représentées, et le Trias y repose en partie sur les schistes et calcaires paléozoïques et en partie sur le granite. Il est naturel que les conglomérats du Montserrat se soient formés aux dépens des roches voisines ; nous y trouvons des représentants du granite, du porphyre, du quartz, des schistes, des calcaires du Muschelkalk, des grès rouges, des calcaires urgoniens à *Matheronia*. Ce sont précisément les roches qui entraient dans la constitution de la chaîne bordant la mer Nummulitique, mer qui s'étendait de la Navarre jusqu'au delà des Pyrénées, puis, passant par Nice et l'Egypte, allait jusqu'à l'Inde et même l'Amérique.

J'ai déjà indiqué dans la légende de ma dernière feuille de la carte géologique que les poudingues de la chaîne du Montserrat s'étendaient jusqu'à la chaîne littorale, au travers du Panadès et du Vallès, comme le prouvent certains lambeaux de poudingues identiques à ceux du Montserrat, restés comme des témoins de l'ancienne extension de ce dépôt : l'un subsiste au sommet des montagnes triasiques de Gelida et de Corbera, dans la partie nord de la chaîne

(1) Etudes géologiques, etc. (Extrait du journal *la Veu del Montserrat*).

littorale, un second se voit à San-Andreu de la Barca, un autre au sud du Rubi, un quatrième au sud de Saint-Cugat du Vallès. Les trois derniers sont à la base du flanc septentrional de la même chaîne. Dans ces conglomérats se trouvent soit des galets d'un niveau du Nummulitique inférieur, soit des calcaires à *Alvéolines*.

Les couches marines qui pénètrent en coin dans les conglomérats, montrent que ce dépôt, dont la durée a dû être très longue vu sa puissance, a probablement été accompagné de mouvements orogéniques plus ou moins accentués. La topographie, à cette époque, devait être bien différente de ce qu'elle est actuellement : les courants d'eau allaient du sud au nord vers la mer Nummulitique, entraînant des brèches et autres débris arrachés au continent. Il y a d'abord eu formation de cordons littoraux, puis, les éléments moins grossiers, roulés et arrondis, sont allés se déposer plus loin dans la mer suivant leur taille et leur densité.

Telle est l'opinion que nous partageons en considérant l'énorme puissance du conglomérat sur le flanc sud-est de la montagne où elle dépasse 1.000^{m} et sa diminution progressive vers le nord-ouest où le poudingue est remplacé par des couches argilo-sableuses marines.

C'est ce grand dépôt de galets, outre ceux de la grauwacke du Culm, qui s'étendit pendant l'Éocène et l'Oligocène, entre la chaîne littorale actuelle et celle de Montserrat et qui, remanié plus tard, a fourni la plupart des cailloux polygéniques dont est rempli, comme on le verra samedi, le Pontien continental et fluvio-lacustre du Vallès et du Panadès.

Pour expliquer le remaniement de ce conglomérat, nous dirons un mot sur la tectonique de cette région. La chaîne moyenne de notre province, parallèle à la chaîne littorale, entre lesquelles s'étendent le Vallès et le Panadès, présente aujourd'hui dans sa partie sud-est une arête dirigée N.-E. S.-O. de plus de 80 kilomètres de long. Cette arête une fois franchie, c'est par une pente douce que l'on descend dans l'intérieur de la Catalogne, c'est-à-dire aux plateaux d'Urgell, de Segarra, Pla de Bages et Plana de Vich, tandis que du côté du Vallès et du Panadès, la pente est abrupte et escarpée. La crête en question qui porte le nom de Montseny (1.700 mètres) à l'extrémité nord-est, et de monts de Fontrubi, Foix, Montmell (700 mètres) au sud-ouest, marque la limite N.-E. S-O. des contrées du Vallès et du Panadès, et c'est au milieu de la crête que se trouve le massif d'Olesa-Montserrat.

Cette arête est due à une grande faille qui a causé la disparition de l'ancienne haute chaîne littorale de première importance et, comme le dit M. G. Dollfus « vingt fois ravinée et nivelée, et vingt

fois soulevée par morceaux à la même place, et se défendant contre des érosions nouvelles ».

C'est, en effet, par la rupture de la voûte constituée par du paléozoïque, du secondaire et du tertiaire, et par l'effondrement ante-miocène de la région moyenne de cette large et haute chaîne devenue plus tard les bassins du Vallès-Panadès, qu'a disparu cet ancien massif, ne laissant qu'une bordure littorale et intérieure à nu. Dans cette hypothèse, il n'y a pas de doute que le sous-sol de ces bassins ne soit constitué à la base par le granite surmonté des schistes paléozoïques, le Trias, et celui-ci par l'Eocène supérieur au nord-est et l'Infra-Crétacé, au sud-ouest du Panadès.

Age des couches du Montserrat. — Les nombreuses espèces du genre *Nummulites* que renferment les couches marines du Montserrat, permettent de fixer exactement leur niveau dans l'échelle stratigraphique. En effet, comme le dit F. Bernard (1), « la cons-
» tance des formes de ce genre à un même niveau, la régularité de
» succession des espèces caractéristiques, a fourni à la stratigraphie
» un de ses résultats les plus précieux. Elle a prouvé l'existence
» d'une mer formant une ceinture complète autour du globe. Cette
» Méditerranée universelle comprenait la Méditerranée actuelle fort
» étendue sur ses rives nord et sud en Espagne, dans le Maroc,
» en Grèce, en Egypte et en Arménie : par l'Afghanistan elle attei-
» gnait l'Inde, Bornéo, l'Indo-Chine et traversait enfin le continent
» américain. Mais ce qui est le plus intéressant c'est que la même
» espèce caractérise toujours le même niveau dans des régions
» extrêmement étendues ».

La présence de ce genre dans les couches moyennes du Montserrat prouve nettement qu'elles appartiennent à l'Eocène moyen. En conséquence, les couches inférieures lacustres rougeâtres, sans fossiles que l'on voit sur le trajet de Cairat à Monistrol appartiennent à un niveau inférieur, tandis que l'épais dépôt de poudingues qui surmonte les assises à Nummulites doit être attribué à un niveau supérieur.

Nous pensons qu'on peut attribuer l'assise saumâtre la plus basse qui se voit au niveau de Monistrol, au Lutétien inférieur à faciès nummulitique, puisqu'elle correspond sans aucun doute à l'assise à *Alvéolines* très développée de l'autre côté du Montserrat, à peu de distance de Capelladès. Là, les couches à *Alvéolines* constituent le niveau marin par lequel débute la série nummulitique, et surmon-

(1) F. Bernard. Paléontologie, p. 99 et 100.

tent, comme ici, les argiles rouges qui sont la suite de celles que l'on observe à la base orientale de la montagne.

Les couches moyennes à *Nummulites perforata*, *N. Lucasana* et gros *Cerithium* du groupe de *C. giganteum*, correspondent sans doute au Lutétien moyen avec le même faciès, et le niveau marin le plus élevé à *Nummulites Biarritzensis*, *Brissoides Almeræ* Lambert, *in litt.*, nommé jusqu'à présent *Eupatagus ornatus* Agass., *Schizaster rimosus?*, doit être rangé dans le Lutétien supérieur ou peut-être même dans l'Eocène supérieur. Les marnes bleues à *Serpula spirulæa* de Igualada et de la plaine de Vich qui surmontent le Lutétien et représentent probablement le niveau le plus élevé de l'Eocène, font défaut ici.

Quant aux couches rouges lacustres de la base surmontées presque en concordance par le conglomérat, à l'extrémité sud-est de la montagne, il semble plus juste de les attribuer à l'Eocène inférieur qu'au Garumnien, ainsi que les couches inférieures bréchifères à *Bulimus gerundensis* avec qui elles sont tout à fait discordantes. Malheureusement, le manque de débris organiques dans ces couches, si ce n'est des *Fucoïdes*, ne permet pas de trancher la question, il y a donc un point de doute sur l'âge de ces couches, si importantes cependant par leur épaisseur et leur étendue.

Quant aux conglomérats qui constituent les couches les plus élevées de la montagne, et qui s'amincissent en allant vers le nord, passant à des grès plus ou moins caillouteux et à l'argile rouge de l'Oligocène, il est probable qu'ils représentent à Montserrat l'Oligocène inférieur du niveau de *Ancodus Aymardi* trouvé dans les lignites des environs de Calaf.

M. **Depéret** fait observer qu'à Monjuich, il y a non seulement le Tortonien avec la faune de Cabrières, mais aussi l'Helvétien à *Turritella turris* de Touraine.

M. **Dollfus** appelle l'attention sur la grande carrière de grès molassique de Montjuich, dans laquelle les grès les plus durs, sur une vingtaine de mètres de hauteur, présentent des cassures verticales droites subprismatiques ; il attribue cette fragmentation à un phénomène de retrait analogue à celui qui a formé les basaltes prismatiques, certaines boues en se desséchant semblent obéir aux mêmes lois physiques dont les conditions précises paraissent encore mal connues.

M. **L. Carez** insiste sur le grand intérêt de la découverte des *Cératites*, par M. Bofill, dans les calcaires compacts de la gare

d'Olesa. Jusqu'à ce moment, non seulement dans les environs de Barcelone, mais aussi dans les Pyrénées françaises et espagnoles, on n'avait trouvé dans les couches rapportées au Trias que des fossiles peu probants : l'attribution de ces assises au Trias n'était basée que sur leur position stratigraphique, souvent difficile à déterminer. Aussi les discussions sur l'âge des couches rouges et des calcaires qui les accompagnent parfois, étaient-elles fréquentes et peu concluantes : la présence d'un Muschelkalk indubitable à Olesa devra les faire cesser.

M. Carez ne croit pas à l'existence d'un deuxième niveau de grès rouge au-dessus du calcaire du Muschelkalk ; pour lui, la récurrence observée est due à une faille.

Enfin, à la Puda, les couches rouges qui affleurent auprès du pont sont pour lui garumniennes : c'est une faille qui a fait retomber le Trias sur le Garumnien.

M. **Depéret** dit que le mot « Garumnien » doit être réservé pour l'horizon des couches de la Haute-Garonne à *Cyrena garumnica* et les calcaires lacustres qui les accompagnent. Dans la région de Monistrol, la série d'âge entièrement tertiaire, commence par les couches rouges à *Bulimus gerundensis*, et continue par des grès, poudingues, psammites alternants, sans intercalation marine, qui pourraient représenter le Tertiaire inférieur jusqu'à l'Oligocène. Près de Monistrol s'intercalent des couches marines à *Nummulites perforata* s'amincissant en allant vers le sud et se coinçant dans les couches rouges : au pied de la Montagne Noire, le Nummulitique se termine également en coin dans une série fluvio-lacustre.

M. **Dollfus** demande à MM. Almera et Bofill de se servir de la tranchée du chemin de fer à crémaillère pour relever une coupe géologique complète du Montserrat. Il fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à connaître séparément et avec des déterminations précises, chacune des faunes marines qui s'intercalent à divers niveaux ; on aurait des facilités pour trouver là une échelle stratigraphique nummulitique complète qui pourrait donner définitivement la clef de la succession des nummulites elles-mêmes et le synchronisme de l'Eocène du Midi avec celui du Nord. Un examen minutieux de ces matériaux détritiques peut entraîner la preuve de l'existence ancienne dans la chaîne côtière d'assises complètement inconnues détruites postérieurement par la dénudation. Il préconise l'emploi des grandes coupes de détail faites à une échelle

rigoureuse, et la publication des profils géologiques de toutes les voies ferrées.

M. **Almera** répond qu'il a l'intention de le faire quand le temps le lui permettra.

M. **Gaudry** demande d'où viennent les éléments des poudingues du Montserrat.

M. **Vidal** pense qu'ils viennent des massifs situés entre le Montserrat et la mer, massifs qui sont primitifs, triasiques et crétacés.

M. **Almera** ajoute que le poudingue du Montserrat s'est étendu jusqu'à la chaîne littorale comme en témoignent les dépôts de Gelida et de Rubi.

M. **Stuart-Menteath** demande si dans ces poudingues il y a des blocs de un mètre de côté comme à Pau dans les poudingues de Palassou; ces blocs, d'après M. Martins, auraient été charriés par les glaces.

M. **Almera** répond que les blocs de cette dimension ne se trouvent pas dans les poudingues du Montserrat.

APERÇU GÉNÉRAL SUR LA BORDURE NUMMULITIQUE DU MASSIF ANCIEN DE BARCELONE ET ÉTUDE DE LA FAUNE OLIGOCÈNE DE CALAF

par M. **Charles DEPÉRET**

I. — Aperçu général

Entre les avant-monts du versant espagnol de la chaîne des Pyrénées et le massif ancien du littoral de la Catalogne (granite, paléozoïque, trias, jurassique et crétacé inférieur), se place un large *géosynclinal* de terrains *nummulitiques*, dont les affleurements actuels viennent se terminer en triangle vers l'Est dans les environs de Gérona, tandis qu'à l'Ouest, ils se prolongent à travers les provinces de Lérida, de Saragosse et de Pampelune jusque dans la région atlantique.

Pendant la réunion de la Société géologique à Barcelone, nous avons pu étudier en quelques points, sous la direction de MM. Almera, Bofill et Vidal, la bordure méridionale de ce synclinal, le long du massif catalan, ainsi que l'étrange montagne du Montserrat avec ses prodigieuses accumulations de poudingues *supra-nummulitiques*.

Les géologues qui se sont occupés de ces terrains, tels que Vézian (1), de Verneuil (2), MM. Mariano Vidal (3), Almera (4), et tout particulièrement M. Carez (5) ont établi d'une manière absolue l'absence du Crétacé supérieur marin le long de la bordure du massif catalan et ont montré que la base de la série concordante nummulitique était formée partout de conglomérats et de limons

(1) Vézian. *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone.* Thèse de doctorat. Montpellier, 1856.

(2) De Verneuil. Sur le calcaire à *Lychnus* des environs de Segura et de Berga (*B. S. G. F.*), 2e sér., t. XXIV, 1867, p. 409).

(3) Vidal. Edad de las capas de *Bulimus gerundensis* (*Bol. real. Acad. sc. y Artes d. Barcelona*, 1883, avec planche).

(4) Almera. *Estudis geologichs sobre la constitucio, origen, antiguetat y pervenir de la Montagna de Monserrat.* Vich., 1880.

(5) Carez. *Etude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne* (Thèse doctorat, 1881).

rouges marnolithiques, caractérisés par un grand Bulime, *l'Amphidromus gerundensis* Vidal.

Nos observations ont pleinement confirmé celles de nos prédécesseurs. Nous avons vu en deux points le contact du massif ancien et des couches à *Bulimus gerundensis* : auprès de la gare d'Olesa, ces conglomérats et argiles rouges faiblement relevés et plongeant au N.-N.-O., reposent sur le Trias, avec une discordance angulaire assez appréciable. Aux bains de la Puda, un accident local de la bordure du massif a amené le Trias (Muschelkalk et marnes irisées) en chevauchement par-dessus le puissant conglomérat de la base de la série tertiaire, mais à une faible distance de la bordure, les couches rouges à *Bulimus gerundensis* reprennent leur inclinaison régulière et leur pendage au N.-N.-O.

De la Puda, si l'on marche, comme nous l'avons fait, dans la direction de la montagne au profil dentelé du Montserrat, on recoupe, pendant près de 10 kilomètres, une interminable série de poudingues, de grès et d'argiles rouges, plus ou moins grumeleuses. tout à fait identiques aux couches à *Bulimus gerundensis*, auxquelles elles font suite en concordance, mais en se rapprochant de plus en plus de l'horizontale. On arrive ainsi, sans rencontrer un seul banc de calcaire lacustre, ni la moindre intercalation de couches marines, jusqu'au pied oriental des grands escarpements du Montserrat où dominent les poudingues, séparés néanmoins en masses distinctes, par quelques intercalations d'argiles rouges.

M. l'abbé Almera, qui connaît si bien cette curieuse montagne, nous a dit qu'on pouvait gravir tout ce versant oriental jusqu'au sommet sans observer trace de couches marines au sein de ces puissantes formations fluvio-continentales, dont l'épaisseur totale devait être de plus de deux mille mètres.

Si au contraire on aborde le Montserrat par son flanc septentrional, du côté de Monistrol, on constate l'intercalation dans les poudingues et les argiles rouges de couches marines éocènes bien caractérisées. Un peu avant d'atteindre les maisons de Monistrol en venant de l'est, M. Almera nous a montré, dans la tranchée de la route qui monte au Monastère, des marnes gréseuses jaunâtres avec moules de *Cardium* et autres Bivalves, et de nombreuses traces charbonneuses de plantes terrestres charriées par les cours d'eau d'un continent voisin, situé à l'est. C'est là le début dès la base de la montagne de dépôts marins qui prennent un plus grand développement à l'ouest de Monistrol. A deux kilomètres environ vers le nord de ce village, au-dessus d'un petit gradin de poudingue qui

forme la rive escarpée du Llobregat, nous avons vu un bel affleurement de couches marines avec *Nummulites perforata* et la petite forme qui l'accompagne, *Velates Schmideli*, grands Cérithes, Oursins, que recouvrent de nouveaux bancs de poudingues. A un niveau probablement un peu inférieur à ces couches, en descendant vers le Llobregat près de Monistrol, M. Dollfus a observé une couche remplie d'*Orbitolites complanata*. Le long du chemin de fer à crémaillère qui va au monastère du Montserrat (587m), M. Almera nous a signalé en passant plusieurs intercalations marines successives au milieu des poudingues et couches rouges qui constituent la presque totalité de la montagne ; mais avant d'atteindre le monastère, les couches marines cessent de se montrer et les 700 mètres d'épaisseur de couches qui séparent la dernière intercalation marine du sommet du pic de San-Geroni (1238 mètres) sont exclusivement formées par des poudingues découpés par l'érosion en colonnades et en pains de sucre d'une grandeur saisissante.

Du petit plateau du village de Monistrol, le regard saisit admirablement la disposition d'ensemble des couches éocènes marines que

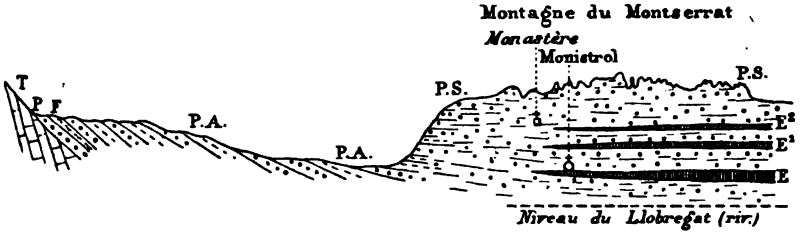


Fig. 1. — Profil schématisé du bord du bassin nummulitique du Llobregat à la montagne du Montserrat.

T, Trias; P, Poudingue de base; F, Niveau à *Bulimus gerundensis*; P. A, Argiles rouges et poudingues; E, Eocène marin à *Nummulites perforata*; E^1, E^2, Intercalations marines éocènes dans les poudingues; P.S, Poudingues supranummulitiques.

leur couleur gris-verdâtre permet de différencier de loin des argiles et des poudingues rougeâtres au milieu desquels elles s'intercalent. On voit les marnes marines augmenter d'importance vers le nord et l'ouest, alors que vers l'est dans la direction du massif triasique qui arrête le regard à l'horizon, on les voit au contraire diminuer rapidement d'épaisseur et venir se terminer en coin au sein des couches rutilantes qui constituent la bordure fluvio-continentale du bassin nummulitique. Cette allure, qui mériterait d'être précisée

par de nombreuses observations locales, peut être interprétée par le schéma général ci-contre (fig. 1).

Il me semble intéressant de faire remarquer que la manière dont le Nummulitique marin du Llobregat vient se terminer en coin dans les poudingues et les couches rouges de la bordure du massif littoral de la Catalogne rappelle entièrement des faits analogues qui se montrent sur le versant méridional de la Montagne Noire, massif ancien qui joue, à tant d'égards au nord des Pyrénées, le rôle du massif de Barcelone au sud de cette chaîne. Les beaux travaux de M. Vasseur (1) ont montré en effet que les calcaires à Alvéolines et à *Nummulites atacica* bien développés entre Carcassonne et Castelnaudary, perdent de leur importance à la hauteur de cette dernière ville, se transforment à l'ouest de Villespy en dalles gréseuses avec bancs d'*Ostrea stricticostata* et se fondent peu à peu sous la forme de grès avec Huîtres et Cérithes, de faciès saumâtre, dans les sables et les argiles à graviers du Castrais, constituant la bordure des terrains anciens.

Nous possédons ainsi, sur le flanc sud de la Montagne Noire et sur le revers nord du massif de Barcelone, les deux rivages, accompagnés de leur bordure fluvio-continentale, du bras de mer nummulitique de 200 kilomètres de large qui mettait en communication l'Océan Atlantique avec la Méditerranée, et au centre duquel se sont dressés, vers la fin de l'Eocène, les plis de la chaîne des Pyrénées.

Est-il possible de préciser l'âge de la série puissante de couches dont je viens de faire une mention rapide? Nous n'avons dans tout cet ensemble qu'un seul horizon paléontologique bien déterminé, c'est celui des couches marines à *Nummulites perforata* qui sont à la base du Montserrat; ce niveau, d'une extension presque générale dans le bassin nummulitique méditerranéen, correspond au calcaire grossier proprement dit du bassin parisien, c'est-à-dire au *Lutétien moyen*.

En ce qui concerne la série de conglomérats et d'argiles rouges inférieures à cet horizon marin, nous n'avons d'autre repère paléontologique que celui qui se trouve à l'extrême base de la série, c'est-à-dire les marnes grumeleuses à *Amphidromus gerundensis*. Quel est l'âge précis de ce dernier fossile? Les opinions varient à ce sujet : nos confrères espagnols et en particulier MM. Vidal et Almera considèrent cette assise rutilante infra-nummulitique comme d'âge *garumnien* (c'est à dire *danien*) et comme équivalent de la partie supérieure des couches saumâtres à *Cyrena laletana* et *Lychnus* du

(1) VASSEUR. *Bull. serv. carte géol. France*, n° 37, 1894, § III.

versant sud des Pyrénées (Berga, Isona, etc.) ; tandis que M. Carez, frappé à juste titre de l'indépendance des couches à *Bulimus gerundensis* et du véritable garumnien, ainsi que de la liaison constante de cette assise avec la base de la série nummulitque, incline à la considérer comme formant l'extrême base de la série tertiaire.

En dehors des raisons stratigraphiques déjà indiquées par M. Carez, je ferai valoir en faveur de l'âge tertiaire de cet horizon, la grande affinité paléontologique du *Bulimus gerundensis* avec une autre forme terrestre du même groupe, le *Bulimus (Amphidromus) Hopei* Marcel de Serres qui caractérise le Lutétien lacustre de la Provence, du Languedoc et du versant nord des Pyrénées et dont il diffère par la forme plus ventrue de son dernier tour et par le profil concave de la spire. Le *Bulimus Bouvyi* Haime (1) de l'île Majorque, est une autre espèce du même groupe, probablement d'un horizon plus élevé que le Lutétien. Je ne connais au contraire aucune forme analogue dans l'étage de Rognac ni dans aucune autre formation d'âge crétacé.

D'autre part et malgré ces affinités paléontologiques, on ne peut songer à faire remonter le *Bulimus gerundensis* jusqu'à l'Eocène moyen. M. Vidal et M. Carez ont montré qu'aux environs de Gerona il existe, immédiatement au-dessous des couches à *Nummulites perforata*, un autre horizon marin sous la forme d'un calcaire à *Miliolites* et à *Alvéolines* qui recouvre la série rouge à la base de laquelle se montre le niveau à *Bulimus gerundensis*. La position stratigraphique de ce calcaire et la comparaison avec les couches analogues des Corbières et du versant sud de la Montagne Noire permettent de le rapporter au *Lutétien inférieur*. Cet horizon marin fait défaut dans la coupe du Montserrat, où il doit être forcément représenté par les couches rouges immédiatement inférieures aux couches marines de Monistrol à *Nummulites perforata*.

Il me semble donc qu'il est possible de tirer de cette série d'observations les conclusions suivantes : 1° les couches à *Bulimus gerundensis* doivent être rapportées à *l'Eocène inférieur*, sans qu'il soit possible de préciser l'étage, faute de points de comparaisons paléontologiques ; 2° la puissante série continue de conglomérats et d'argiles rouges qui s'étend du bord du massif ancien de Barcelone jusqu'au pied du Montserrat entre les couches à *Bulimus gerundensis* et les couches à *Nummulites perforata* représentent sous un faciès fluvio-continental, tout ou partie de l'Eocène inférieur et la base de l'Eocène moyen (Lutétien inférieur).

(1) *B. S. G. F.*, 2e série, t. 12, pl. XV, fig. 1-2.

Quant aux couches de poudingues qui constituent la presque totalité de la montagne du Montserrat au-dessus de l'horizon à *Nummulites perforata*, l'intercalation signalée plus haut de plusieurs niveaux marins dans la moitié inférieure de la montagne, permettra sans doute de préciser l'âge de ces niveaux, lorsque l'étude paléontologique en aura été faite avec soin. M. Carez a cité de ces couches *Nummulites striata* qui indique un horizon très élevé du Nummulitique. M. Almera nous a signalé dans l'intercalation marine la plus haute *Eupatagus ornatus* du Nummulitique supérieur de Biarritz, associé à une faune estuarienne de *Potamides*, de *Mélanies* et de *Cyrènes* à étudier.

Quant à la masse des *poudingues supra-nummulitiques* sans fossiles qui forment le sommet de la montagne, MM. Almera et Carez les ont très rationnellement comparés au *poudingue de Palassou* des Pyrénées françaises en les attribuant l'un et l'autre à *l'Eocène supérieur*, suivant les idées généralement acceptées à l'époque de ces publications. Ces idées se sont un peu modifiées depuis : d'une part l'Abbé Pouech (1) et M. Viguier (2) ont montré que le poudingue de Palassou pouvait descendre dans l'Ariège et dans l'Aude jusque dans l'Eocène moyen à *Lophiodon* ; d'autre part, M. de Rouville (3) a suggéré l'idée que la partie supérieure de ce poudingue pouvait envahir la base de l'Oligocène, et les observations très précises de M. Vasseur (4) ont établi que dans le Tarn, le poudingue de Palassou à roches pyrénéennes poussait une apophyse dans les mollasses de Puylaurens, dont l'âge *infra-tongrien* est parfaitement établi. Il est aujourd'hui possible de montrer, par les découvertes faites à Calaf, qu'il en est de même en Espagne et que la partie supérieure des poudingues du Montserrat doit être rapportée à l'Oligocène.

II. — Oligocène de Calaf.

Calaf est une localité de la province de Barcelone, située à environ 30 kilomètres au N.-O. du Montserrat, et j'ai eu le regret de ne pouvoir, faute de temps, visiter ce point intéressant. Mais les indications publiées par M. Carez (5) et par MM. Maureta y Thos (6) me

(1) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. 14, p. 277.
(2) *Id.*, p. 582.
(3) *B. S. G. F.*, t. XIV, p. 584.
(4) VASSEUR. *Bull. carte géol. France*, n° 37, 1894, p. 2.
(5) CAREZ. *Loc. cit.*, p. 167 et 205, coupes 35 et 53.
(6) MAURETA y THOS. *Descripc. física, geol. y minera de la provincia de Barcelona*, 1881.

permettront de suppléer à cette lacune de mes observations personnelles. Le premier de ces savants a montré comment on voyait à l'ouest du Montserrat, vers Odena, une amande gypseuse s'intercaler entre les marnes bleues à *Orbitolites* du Nummulitique supérieur et la masse des poudingues supranummulitiques, continuation de ceux du Montserrat. Ces mêmes poudingues se prolongent sans discontinuité jusqu'à Calaf où un bombement anticlinal fait apparaître de nouveau le gypse séparé ici des poudingues par une série de marnes et de calcaires lagunes-lacustres avec lignite exploité. « Il ne peut donc y avoir de doute, dit M. Carez, quant à la position des marnes à lignite de Calaf vers la base des poudingues du Montserrat ».

M. Maureta y Thos a donné, de son côté, des détails sur la succession des couches exploitées à Calaf, couches qui comprennent de bas en haut : 1, Conglomérats avec argiles et calcaires intercalés ; 2, gypse et marnes ; 3, argiles et mollasses de couleur rouge, avec calcaires à Planorbes, Limnées, *Melania Escheri*, et lignites exploités. L'auteur attribue tout cet ensemble à l'étage *Proïcène* de Gervais, c'est-à-dire à l'Eocène supérieur.

Il y a environ deux ans, notre savant confrère M. Bofill m'a communiqué un fragment de mandibule d'un Mammifère trouvé dans les lignites de Calaf et j'ai pu reconnaître (1) dans cette pièce l'*Ancodus Aymardi* Pomel, de l'horizon des calcaires de Ronzon, c'est-à-dire à peu près du niveau du calcaire de Brie du bassin parisien (Infra tongrien). M. Bofill (2) a donné ensuite une figure de cette pièce importante, en l'accompagnant de quelques considérations stratigraphiques sur l'âge sannoisien des couches ligniteuses de Calaf.

Pendant la Réunion de Barcelone, M. Vidal a bien voulu me montrer sa collection comprenant une belle série de coquilles des couches de Calaf et en outre un squelette presque entier, conservé sur une plaque calcaire, d'un animal qui a été attribué jusqu'ici, d'après un examen rapide fait dans le temps par P. Gervais, au genre *Xiphodon*. Mon savant maître M. Gaudry et moi-même, en voyant cette pièce à Barcelone, avons été amenés à éprouver quelques doutes sur cette détermination, d'après la disposition et la forme des prémolaires, visibles seulement par le côté extérieur, M. Vidal a bien voulu me confier la tête pour la faire dégager par les

(1) Depéret. *Compte-rendu sommaire Soc. géol. France*, 5 avril 1897, p. 75.

(2) Bofill. *Boll. real. Acad. scienc. y artes de Barcelona*, avril 1897, avec planche.

soins de M. Laurent Maurette et il m'a été facile de constater à la suite de cette opération qu'il s'agissait non pas d'un *Xiphodon*, mais d'un petit *Diplobune* qui m'a paru identique à l'espèce des phosphorites désignée par M. Filhol sous le nom de *Diplobune minor*. Cette détermination confirme, comme on le voit, l'âge oligocène (infratongrien) de ces couches, déjà indiqué par la présence du genre *Ancodus*.

En se servant de divers documents mis à ma disposition par MM. Vidal et Bofill, la faune oligocène de Calaf se compose des types suivants :

Mammifères. — **Ancodus Aymardi** Pomel. — La pièce de Calaf, figurée par M. Bofill (*loc. cit.*) correspond à la portion moyenne des deux branches de la mandibule ; à droite, on voit en place la 4e prémolaire et les trois arrière-molaires, sauf le talon de la dernière ; à gauche, sont en place la 3e et la 4e prémolaires et la 1re et 2e arrière-molaires. Ces molaires présentent tous les caractères bien connus des *Ancodus* de Ronzon, dont les espèces étudiées par M. Filhol (1) ne diffèrent guère entr'elles que par le degré d'allongement de la partie antérieure de la mandibule et par l'espacement plus ou moins grand des premières prémolaires, qui en est la conséquence.

La détermination qui précède est fondée : 1° sur les dimensions des molaires qui sont identiques à celles de l'*Ancodus Aymardi* Pomel (Filhol, *loc. cit.* fig. 101), alors que ces mêmes dents sont plus fortes dans l'*A. velaunus* et surtout dans l'*A. leptorhyncus*.

2° Sur la gracilité et la faible hauteur de l'os de la mandibule au niveau des molaires, caractère qui est particulier, d'après M. Filhol, à l'*A. Aymardi* et la différencie des deux autres espèces à mandibule plus haute et plus lourde.

Diplobune minor Filhol. — Le crâne du squelette de la collection Vidal est enchâssé sur une plaque de calcaire marneux et vu par le côté droit. Malgré un certain écrasement dans le sens latéral on peut juger de la forme générale de la tête encore mal connue des *Diplobune*.

Elle se rapproche beaucoup de celle des *Anoplotherium ;* le profil supérieur dessine une ligne presque droite depuis les pariétaux jusqu'à l'extrémité antérieure des os nasaux ; de ce point, le profil s'abaisse très brusquement le long du bord des intermaxillaires, sans aucune échancrure cartilagineuse entre les intermaxillaires et les os nasaux. Le bord antérieur de l'orbite occupe une situation

(1) Mammif. foss. de Ronzon (*Ann. sc. géolo.*, t. XII, 1881).

avancée à la hauteur de la 2e arrière-molaire, comme chez l'*Anoplotherium*. La mandibule est de forme allongée : elle diffère de l'*Anoplotherium* en ce que le bord inférieur de l'os reste parallèle au bord alvéolaire presque jusqu'à la hauteur de la canine, au lieu que la mandibule diminue rapidement de hauteur en avant des arrière-molaires ; il en résulte que le museau du *Diplobune* devait être plus obtus en avant que celui de l'*Anoplotherium*.

La dentition d'en haut est mal conservée : on ne voit en place que les deux dernières molaires (m^2 et m^3) bien caractérisées par leur muraille externe fortement repoussée en dedans, laissant en saillie le pilier médian de séparation des deux lobes ; par leur lobe antérieur à trois denticules, l'externe crescentoïde, le médian et surtout l'interne presque coniques ; par leur lobe postérieur à deux denticules crescentoïdes, sans denticule médian.

La dentition d'en bas indique un animal jeune encore pourvu de sa dentition de lait, mais en voie de poussée des arrière-molaires. On aperçoit en avant la deuxième incisive en place fortement proclive ; l'alvéole de la troisième incisive ; puis la canine basse et en pointe triangulaire avec un tout petit talon en avant et en arrière. Les trois molaires de lait sont de forme allongée et divisées chacune en trois lobes qui tendent à s'égaliser de grandeur en allant de la première à la troisième molaire. En arrière des dents de lait, la première arrière-molaire est déjà en place et montre nettement les caractères des *Diplobune* : un lobe antérieur composé de deux denticules internes coniques plus étroitement accolés l'un à l'autre que dans l'*Anoplotherium* et un denticule interne en demi-croissant très comprimé en travers ; un lobe postérieur comprenant un seul gros denticule conique postéro-interne et un denticule interne en demi-croissant qui laisse un intervalle librement ouvert dans la muraille entre l'extrémité de sa boucle antérieure et le gros denticule postéro-interne.

L'animal de Calaf me semble identique à la petite espèce de *Diplobune* des phosphorites du Quercy décrite par M. Filhol sous le nom d'*Eurytherium minus* (1) et qui est un vrai *Diplobune* par l'accolement très serré des pointes internes du premier lobe des arrière-molaires inférieures. La forme de la mandibule est semblable à celle de Calaf et la première arrière-molaire est identique de grandeur et de structure. Il n'est pas possible de poursuivre la comparaison pour les dents plus antérieures, car la mandibule du Quercy est déjà

(1) Filhol. Phosphorites du Quercy, fig. 306-307 (*Ann. sc. geol.*, t. 8, 1877).

pourvue de ses prémolaires de remplacement, tandis que les dents de lait sont encore en place dans la pièce d'Espagne.

MOLLUSQUES. — **Melanoïdes albigensis** Noulet, var. **Dumasi** Fontannes. — Parmi les nombreuses variétés de *Melanoïdes* qui se rencontrent en abondance dans les calcaires marneux avoisinant les lignites de Calaf, on peut reconnaître le type du sud-ouest de la France, figuré par Sandberger (1), avec ses côtes obliques, au nombre de 13-14 sur l'avant-dernier tour, terminées en haut par une granulation épineuse peu prononcée. La coquille de Calaf ressemble encore plus à une variété du bassin d'Alais figurée par Fontannes (2) sous le nom de *Melanoïdes albigensis*, variété *Dumasi*, caractérisée par l'atténuation des côtes longitudinales et par l'importance plus grande des costules spirales. Mais la majeure partie des coquilles d'Espagne constituent des variétés à côtes plus fortes que dans le type, moins nombreuses (10-11 sur l'avant-dernier tour) et terminées en haut par une forte épine saillante en dehors. On passe ainsi progressivement à des formes de plus en plus épineuses et trop éloignées du type de Noulet pour pouvoir être désignées sous le même nom.

Melanoïdes occitanicus Fontannes. — Les grands spécimens à épines très prononcées peuvent être rapportées avec une approximation suffisante à l'espèce du bassin d'Alais décrite par Fontannes (3) dont ils diffèrent cependant par la plus grande régularité dans la longueur des épines qui ornent les trois derniers tours ; ces épines sont toutes courtes et épaisses dans la coquille de Calaf, et on n'y voit pas les deux ou trois épines longues et aiguës irrégulièrement situées sur les deux derniers tours des spécimens du Languedoc. Ces différences peuvent être mises sur le compte de variations régionales qui ne justifient pas une distinction spécifique.

Striatella Nysti Duchastel. — M. Vidal a recueilli à Calaf six exemplaires d'une petite Mélanie assez courte et renflée, à tours convexes ornés de petites côtes obliques assez prononcées (environ 20 sur l'avant-dernier tour), croisées par des costules spirales moins apparentes que les côtes. Cette coquille se rapporte fort exactement à la variété courte de *Melania Nysti* Duch., figurée par Nyst, du Tongrien du Limbourg sous le nom de var. B. (4). La collection de l'Université de Lyon possède de la localité typique de Klein-Spawen, des

(1) *Land und Süsswasser Conchylien*, pl. XVIII, fig. 1.
(2) Descr. somm. faune malacol. groupe d'Aix, p. 26, pl. III, fig. 1-3.
(3) *Descr. faune malacol. groupe d'Aix*, p. 27, pl. III, fig. 4-9.
(4) NYST. *Coq. et Polyp. foss. de Belgique*, 1, 2, p. 140, pl. XXXVII, fig. 16.

spécimens parfaitement semblables à ceux de la province de Barcelone.

Vivipara cf. soricinensis Noulet. — Spécimens un peu écrasés qui me semblent identiques à la Paludine courte et ventrue de Lautrec (Tarn), figurée par Sandberger (1) et retrouvée par Fontannes (2) dans le bassin d'Alais. J'ai eu l'occasion de citer cette même forme dans l'Infra-tongrien du bassin de Marseille.

Les autres Mollusques, tels que *Limnæa*, *Planorbis*, *Helix* sont trop écrasés pour être déterminables.

Age des couches de Calaf. — Les déterminations paléontologiques qui précèdent permettent de rapporter sans hésitation les couches de Calaf à la partie inférieure de l'Oligocène et d'une manière plus précise à l'étage infra-tongrien (*Sannoisien* de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent).

En ce qui concerne les Mammifères, l'*Ancodus Aymardi* est une espèce typique du calcaire de Ronzon, équivalent du calcaire de Brie du bassin parisien, et il convient de remarquer que le genre *Ancodus* est exclusivement oligocène et n'a jamais été cité ni dans l'Eocène supérieur (horizon de Montmartre et de Gargas) ni même dans les phosphorites du Quercy.

Le *Diplobune minor* est une espèce citée jusqu'ici seulement dans les phosphorites et bien que le genre *Diplobune* débute assez tôt dans l'Eocène (sidérolithique d'Egerkingen), le maximum d'expansion du genre, voisin des *Anoplotherium*, est dans les gisements sidérolithiques (Ulm, Pappenheim) qui paraissent à peu près contemporains des poches du Quercy.

Les Mollusques nous offrent des points de comparaison stratigraphique tout aussi précis. La *Striatella Nysti* est une forme caractéristique de l'Infra-Tongrien du Limbourg belge. Dans le Sud-Ouest, et en particulier aux environs de Castres, M. Vasseur (3) indique *Melanoïdes albigensis* associé à *Vivipara soricinensis* dans le calcaire de Lautrec que ce savant géologue rapporte au Sannoisien supérieur.

La comparaison avec le bassin d'Alais est encore plus décisive. D'après les recherches de Fontannes (4), rectifiées et complétées par M. Fabre (5) et par moi-même (6), la série très continue des

(1) Sandberger. *loc. cit*, p. 303, pl. XVIII, fig. 3.

(2) Fontannes. *loc. cit.*, p. 31, pl. IV, fig. 10-14.

(3) Vasseur. Légende explicative de la feuille de Castres (Carte géol. France 80.000).

(4) Fontannes. Etudes stratigraphiques. VIII. Le groupe d'Aix, p. 133 et suiv.

(5) Fabre. Bull. serv. carte géol., n° 38 (campagne de 1892), p. 83.

(6) Depéret et Fabre. Observations communes inédites.

couches éocènes et oligocènes sur le bord oriental de ce vaste bassin monoclinal est la suivante de bas en haut :

EOCÈNE INFÉRIEUR	Sables bigarrés d'Euzet-les-Bains, du Brouzet, etc.
EOCÈNE MOYEN	Calcaire à *Planorbis pseudoammonius* de Navacelles.
EOCÈNE SUPÉRIEUR	Marnes et calcaires de Saint-Hippolyte de Caton à *Glandina Vialai*, *Strophostoma globosum* et nombreux Mammifères (faune de Montmartre et de Gargas).
INFRA-TONGRIEN	1. Calcaires à *Limnœa longiscata*. 2. Calcaires à *L. longiscata* et *Potamides aporoschema*. 3. Série des calcaires à plaquettes à *Cyrena Dumasi*, *alesiensis*, Insectes, Poissons, etc. 4. Grès à flore de Célas. 5. Calcaires à *Striatella barjacensis*, *Melanoides albigensis*, *occitanicus*, *Vivipara soricinensis*, etc.
TONGRIEN ET AQUITANIEN	Marnes rouges et conglomérats du centre du bassin d'Alais.

Il importe de remarquer que le parallélisme le plus complet s'établit entre la faune de Calaf et celle des couches à *Striatelles* et à *Melanoïdes* épineux de Barjac qui occupent un niveau fort élevé dans l'étage infra-tongrien et ce dernier point concorde avec les observations précitées de M. Vasseur dans le bassin de Castres. Il ne reste dans mon esprit aucun doute sur l'âge franchement oligocène des lignites de Calaf et cette conclusion entraîne nécessairement, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, l'âge de la majeure partie des poudingues du Montserrat qui, de l'avis de tous les géologues qui ont étudié la région, sont supérieurs à cet horizon lignitifère. Il faut espérer que des recherches suivies viendront enrichir encore la faune de cette intéressante localité.

La séance est levée à dix heures un quart.

Séance du 3 Octobre 1898, à Barcelone

PRÉSIDENCE DE M. J. ALMERA.

La séance est ouverte à 8 h. 1/2, dans la salle des séances de l'Académie des Sciences et Arts.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 30 SEPTEMBRE AU GISEMENT DE SEL DE CARDONA

par M. **L.-M. VIDAL.**

(PLANCHES XIII ET XIV).

Le 30 septembre, à 7 heures du matin, la Société a quitté Montserrat, descendant par train spécial jusqu'à Monistrol, d'où le chemin de fer du Nord nous conduit à Manresa.

Sous les poudingues qui donnent à la montagne de Montserrat un si curieux aspect, les marnes nummulitiques se découvrent presqu'au fond de la vallée du Llobregat, près de Monistrol. Elles se développent au côté nord, et, en arrivant à Manresa, elles constituent les collines de la ville et de ses environs.

Quelques-uns de nos confrères avaient examiné, la veille, les bancs à *Nummulites perforata* qui, dans le Nummulitique catalan, font partie de la subdivision inférieure de cet étage. Il est très fréquent dans d'autres localités, Gerona et Lerida, de les voir superposés aux calcaires à *Alveolina melo*, base de l'Eocène marin.

Si nous en avions le temps, nous reconnaîtrions aux collines de la ville le Nummulitique moyen, *Vulsella falcata*, *Turritella ataciana*, *Terebratella Vidali* y sont assez fréquents.

Les voitures nous ont tout de suite mis sur la route qui monte par la rive gauche de la Cardoner.

Après avoir traversé des macignos et quelques indices gypseux qui pourraient appartenir au Nummulitique supérieur ou à l'Oligocène inférieur, nous marchons toujours sur des bancs de grès et des marnes rouges qui appartiennent à l'Oligocène. Les poudingues de

Montserrat ont disparu : ces grès et ces marnes sont leur transformation par atténuation de leurs éléments.

A Suria, village placé sur la rive gauche du Cardoner, un pli en anticlinal très prononcé laisse voir au-dessous des bancs une assise de gypse blanc : et quand, à midi, nous arrivons au pied de la colline de Cardona, les bancs oligocènes se soulèvent de nouveau, la vallée s'élargit et la grande masse de sel qui en occupe le centre s'offre à nos yeux. Cardona et son château sont bâtis sur la colline qui forme le flanc septentrional de ce pli où les couches plongent au nord.

Le sel gemme se présente presque pur, surtout dans les bancs les plus bas où il n'est pas rare de trouver de beaux cristaux cubiques, dans lesquels on observe quelquefois des inclusions liquides et gazeuses.

La partie supérieure du gisement de sel montre une structure zonée de différentes couleurs, d'où le nom de *montagne du sel rouge* donné à une partie de la montagne de sel. Le sel, sans perdre sa texture compacte, s'y présente veiné, et ces veines étroites de un à quelques centimètres sont extrêmement contournées, plissées en plis aigus, expression évidente de poussées latérales très fortes.

Le gypse tantôt recouvre le sel, tantôt y est intercalé dans les bancs, tantôt intimement mélangé au sel avec de l'argile, et très rarement de la pyrite de fer.

La solubilité du chlorure de sodium dans les eaux atmosphériques produit, à l'intérieur de ce sel, des cavités qui se traduisent à l'extérieur par des trous, des cônes d'effondrement dans les terres qui le couvrent ou dans les gypses ou les argiles supérieures, ces trous ayant parfois des dimensions considérables; on les connaît dans le pays sous le nom de *bofias*.

L'extrémité ouest du gisement de sel, qui s'appelle la *Bofia-gran*, n'est qu'un vaste cratère ou entonnoir, où le sel forme la surface intérieure d'un ample cône, surface irisée d'aiguilles et de lames coupantes sculptées dans la masse par les eaux pluviales ; et ces eaux, saturées de sel, s'amassent au fond du cratère, passent sous la montagne du sel rouge, et vont se joindre au Cardoner sous forme d'un petit ruisseau salé après s'être de nouveau introduites dans une colline du centre de la vallée, appelée *San Onofre*, qu'il traverse en suivant de belles grottes.

Quand on se rappelle que le sel se présente à divers endroits des Pyrénées, associé aux pointements ophitiques, et qu'en Algérie on a trouvé des fossiles triasiques dans plusieurs gisements de sel

qu'on croyait tertiaires, on comprend que divers membres de la Société aient exprimé leur conviction que le sel de Cardona est triasique.

Je dois cependant présenter les raisons que d'autres confrères et moi avons pour ne point partager cette opinion. Tout d'abord, on observe que les bancs supérieurs de sel, aux approches des bancs oligocènes, leur sont parallèles, et on ne voit aucune discordance de stratification entre les assises de sel, de gypse, et celle des marnes et macignos. Si le sel appartenait au Trias, cette concordance serait assez remarquable entre deux formations d'un âge si différent. Il serait aussi inexplicable que, pour servir de bassin au dépôt des sédiments oligocènes, les couches triasiques à éléments insolubles (calcaires, dolomies, marnes) aient disparu et que le sel soit resté en couches tout-à-fait horizontales, servant de fond aux eaux tertiaires. De plus, je remarquerai que les gypses qui accompagnent le sel de Cardona n'ont pas l'aspect bariolé des gypses qu'on voit dans les pointements ophitiques et salifères des Pyrénées. Ils ne montrent pas les cristaux bipyramidés de quartz, si fréquents dans les pointements ophitiques.

Vraiment, il est surprenant de voir les plissements et les rides des lits salifères : mais ne sommes-nous pas ici dans le centre d'un anticlinal ? C'est ici, au point de rupture des strates que les efforts tangentiels ont été plus sensibles : les couches oligocènes ont disparu par dénudation, et nous ne pouvons savoir combien elles seraient tourmentées si elles existaient.

Du reste, cet anticlinal de Cardona ne se limite pas aux environs de la ville. Plus à l'ouest, existe le gisement salifère de Vilanova de la Aguda, à quelque 35 km. d'ici, dans la province de Lérida : et là, on trouve aussi aux bords nord et sud de la vallée, les macignos et marnes oligocènes plongeant au nord et au sud, laissant à découvert un gros amas d'argiles gypseuses et salifères, quoique le sel ne s'y reconnaisse que par une petite source salée qu'on exploite, et par les nombreux trous en forme de petits et profonds entonnoirs qui criblent dangereusement la surface du terrain et rappellent les *bofias* de Cardona.

Plus encore : à 10 kilomètres au sud de Cardona, sur la route de Manresa, le bombement des couches oligocènes que nous avons cité à Suria, n'est que la répétition du phénomène qui a mis à découvert le sel de Cardona. A Suria, sous les gypses, se trouve un gisement de sel qu'on a vainement tenté d'exploiter à cause de la proximité d'une mine bien plus riche. Cet anticlinal de Suria se

reproduit 15 kilomètres à l'ouest, à Pinos; dans un ravin qu'on appelle les *Ars*, les gypses y sont amplement développés sous les macignos oligocènes disloqués, et une source salée s'y montre aussi.

Cette constance dans l'apparition d'un gisement de sel intimement lié aux phénomènes de dislocation des couches oligocènes, et l'absence, constante aussi, des roches triasiques qui, seules, pourraient nous fixer sur l'âge du dépôt, semble démontrer qu'un tel dépôt n'est pas indépendant de la formation des strates oligocènes : il constitue un accident dans la sédimentation de cette époque, et on ne doit point voir dans ce sel un témoin des temps triasiques.

Du reste, le dépôt du sel dans les eaux tertiaires ne serait pas un phénomène unique à cette époque-là ; nous connaissons dans la province de Saragosse, voisine de celle de Lérida, le beau gisement de sel de Remolinos où ce minerai se trouve en couches horizontales intercalées dans des argiles d'origine saumâtre et dont on ne peut contester l'âge miocène.

La Société est partie à 5 heures du soir, en remerciant M. Marin, administrateur de Madame la Duchesse de Denia, du très obligeant accueil qu'il a fait à la Société géologique, en lui donnant tous les renseignements utiles, et en faisant hommage à tous ses membres de beaux échantillons de sel.

A 9 heures du soir nous rentrions à Manresa, pour entreprendre le lendemain la course de Montcada.

M. **L. Carez** présente les observations suivantes :

Poudingues du Montserrat. — Contrairement à ce que j'avais cru autrefois, les éléments des poudingues du Montserrat sont bien venus de la côte et non pas du Nord, de la chaîne pyrénéenne. En effet, si de la gare de Monistrol, on regarde le Montserrat, on voit très bien que la partie orientale de la montagne est presque entièrement formée de poudingues, tandis que la région occidentale n'en montre plus qu'à la partie supérieure : les calcaires et marnes nummulitiques s'intercalent en biseau dans les poudingues.

J'avais d'ailleurs constaté le fait dès mes premières recherches en Espagne en 1879, mais je l'avais mal interprété : l'épaisseur des poudingues à la descente du Monastère vers Colbato, est infiniment plus considérable que du côté de Castel-Oli.

Toutefois si l'origine côtière des poudingues du Montserrat paraît absolument démontrée, elle ne laisse pas que de soulever bien des difficultés. En effet, la région primaire et secondaire comprise entre Barcelona et Vendrell n'atteint plus maintenant qu'une altitude

très faible, tout-à-fait insuffisante pour expliquer l'existence des courants violents nécessaires au transport de ces amas de cailloux ; il devait donc y avoir en ce point à la fin de la période nummulitique un massif montagneux dont la disparition ne peut que bien difficilement être attribuée à l'érosion, tant il faudrait la supposer colossale. C'est par suite à un effondrement de la zone côtière que l'on doit recourir pour expliquer cette modification si considérable du relief depuis la fin du Nummulitique.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que des poudingues qui paraissent bien de même âge que ceux de Montserrat existent sur les deux versants des Pyrénées, d'un bout à l'autre de la chaîne, et que ceux-là ne sauraient provenir de la chaîne côtière, mais bien de la chaîne pyrénéenne. Il y a eu à cette époque un phénomène général, probablement dû à des pluies d'une abondance prodigieuse.

Sel de Cardona. — Les opinions les plus contradictoires ont été émises au sujet de l'âge et même de l'origine de cette superbe masse de sel, et il est facile de concevoir qu'il devait en être ainsi, si l'on considère que l'on ne connaît pas le substratum de la masse, et que l'on n'a jamais trouvé de fossiles dans les couches d'argiles intercalées.

Sans être absolument affirmatif en l'absence de preuves décisives, je penche pourtant à croire que le sel est triasique. Je m'appuie pour cela sur les faits suivants :

1° Les plissements du sel et les couches argileuses intercalées.

2° La discordance entre les couches de sel et les marnes intercalées, d'une part, et les assises oligocènes, de l'autre.

3° La localisation du sel.

En ce qui concerne le premier point, il suffit de jeter les yeux sur les belles photographies de M. Vidal (Pl. XIV) pour voir l'intensité de ces plissements, si clairement indiqués par l'alternance des couches de marnes et de sel ; au contraire, les assises oligocènes qui reposent sur le sel, ne présentent que des ondulations très peu accentuées et tout à fait différentes des plis aigus et pressés de la masse saline. Je vois dans ce fait l'indication d'une différence d'âge entre les deux ensembles.

La discordance me paraît absolument démontrée, bien que quelques-uns de nos confrères soient d'un avis opposé; dans tous les points où j'ai examiné le contact, la discordance existait. Je considère d'ailleurs le gypse qui recouvre le sel comme appartenant à l'Oligocène.

J'arrive enfin à la localisation du sel dont la présence n'a été

signalée, par des affleurements ou des sources salées, qu'en trois points seulement à ma connaissance : Cardona, Suria et Vilanova de Aguda. Et pourtant les plissements des couches oligocènes amènent très fréquemment en affleurement le niveau où se trouve le sel à Cardona, sans que ce minéral apparaisse. Il est très remarquable, en outre, de constater que Cardona et Vilanova de Aguda se trouvent sur le prolongement du Trias incontesté de la province de Lérida, lequel disparaît sous le Tertiaire vers Camarasa.

Ce sont bien des anticlinaux qui font apparaître le sel à Cardona et Suria, mais des anticlinaux ante-tertiaires, sur lesquels se sont déposées les couches oligocènes.

Si je m'arrête à cette solution, c'est que mes recherches dans les Pyrénées m'ont fait rencontrer un grand nombre de points semblables : le Trias, avec ou sans sel et gypse, se montre constamment dans les situations les plus étranges, et en contact avec des terrains au milieu desquels sa présence semble au premier abord inexplicable.

M. **Depéret** partage l'opinion de M. Carez : en Algérie, ainsi que dans les Pyrénées françaises, le Trias pointe à travers n'importe quelle formation dans laquelle il est monté comme une pâte molle.

M. **Stuart-Menteath** demande s'il y a du Trias à Camarasa et sur quoi on se base pour le dire.

M. **Vidal** répond que les couches rapportées au Trias contiennent des gypses, des cargneules, des calcaires en plaquettes avec Lamellibranches et qu'elles sont inférieures au Lias.

Pour M. **Dollfus**, il y aurait eu continuité de dépôt de sel, puis du gypse ; le sel de Cardona serait oligocène, puisque le gypse qui le surmonte est concordant avec les grès rouges qui lui sont supérieurs et dont les couches sont horizontales ou seulement ondulées. Le plissement du sel serait dû à un phénomène purement mécanique, sans relation avec la sédimentation ; les plis d'ailleurs sont moins aigus au sommet qu'à la base et se rapprochent plus de l'allure des couches supérieures.

M. **Bergeron** fait remarquer que la succession de dépôt par évaporation est la suivante : gypse, chlorure de sodium, puis sels de potasse et de magnésie ; le gypse de la partie supérieure est dû à l'évaporation d'une eau autre que celle qui avait déposé le sel. Si les plis sont plus aigus à la partie inférieure qu'au sommet du

gîte, cela tient à ce que dans la partie supérieure les couches ont pu s'épanouir plus facilement, grâce à leur élasticité propre, là où une grande partie des sédiments a été enlevée. La concordance des couches ne peut être invoquée comme un argument décisif, celles-ci étant argileuses et pouvant sous la pression se modeler sur les couches en contact.

M. **Stuart-Menteath** ajoute que des plissements identiques à ceux de Cardona se montrent dans toutes les mines de sel et qu'en Espagne tous les sels sont d'âge éocène ou oligocène.

MM. **Bergeron** et **Depéret** sont d'avis que le sel peut être triasique et le gypse oligocène.

M. **G. Dollfus** ne conteste pas l'ordre de dépôt des sels par l'évaporation des lagunes marines, il constate seulement que dans la plupart des gisements de sel on trouve du gypse et aussi bien à la base qu'au sommet.

Dans le bassin de Paris des trémies de sel sont connues à la base de la formation gypseuse de Montmartre, et justement il considère volontiers les couches de Cardona comme contemporaines de celles à *Palæotherium* de Montmartre. Dans les dépôts salifériens de l'est de la France le gypse est intimement mélangé au sel. Il persiste à considérer qu'il y a unité stratigraphique dans l'ensemble des couches visibles à Cardona, et que la molasse rouge sur laquelle la ville est bâtie est concordante par une succession insensible et par des couches de plus en plus ondulées avec le sel plissé visible au fond du vallon ; il se rallie à l'opinion des géologues espagnols qui ont bien voulu nous montrer ces belles régions.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU SAMEDI 1er OCTOBRE A MONTCADA ET A SARDANYOLA.

par M. **J. ALMERA.**

Partie de Manresa à 6 heures du matin, la Société est arrivée à Montcada à 8 h. 40, après avoir traversé de nouveau la série de l'Eocène marin et lacustre, le Trias, le Paléozoïque et le Pontien de la plaine du Vallès.

Montcada est bâti sur le versant oriental d'une petite butte appelée « Fermi », constituée par des schistes maclifères et que traverse le tunnel du chemin de fer de Barcelone à San-Juan de las Abadesas.

Du côté nord cette butte est coupée par le confluent du Ripoll et du Besos : ce dernier traverse en cluse la chaîne littorale ou du Tibidabo dont fait partie le pic de Montcada. La coupure du Besos permet de se rendre compte exactement de la constitution géologique de cette partie de la chaîne. La ligne de Barcelone à Cerbère, par l'embranchement de l'intérieur ou de Granollers, longe sa rive droite ; tandis que la ligne du Nord passe par le col séparant la butte « Fermi » du pic de Montcada et longe le Ripoll.

Tout près de la gare, dans la tranchée de la voie ouverte dans le col, on a pu voir l'allure des schistes maclifères plongeant de 65° vers le nord. On peut se rendre compte de l'épaisseur énorme des schistes maclifères traversés par le tunnel de la butte Fermi : ils passent par dessous le village de Montcada, franchissent le Besos et se réunissent à ceux de la chaîne voisine pour constituer son versant nord-ouest en devenant micacé au voisinage du granite. Ils appartiennent à l'auréole intérieure métamorphisée par le granite qui forme en grande partie la partie orientale de la chaîne littorale qui fait suite au Tibidabo. Ces schistes, ainsi que le granite, sont traversés par de nombreux filons de porphyre quartzifère, de syénite et de quartz.

Dans la tranchée de la voie du chemin de fer du Nord, la Société a pu voir les schistes traversés par des filonets irréguliers et sinueux de quartz blanc, et des schistes grisâtres, sériciteux, avec lits quartzeux noirs, succéder aux schistes maclifères en discordance de stratification ; ces derniers plongent au sud-ouest et au sud, tan-

dis que les schistes maclifères plongent au nord et au nord-est. Les schistes sériciteux ont un aspect gras, donnent au toucher la même sensation que le talc, sont moins cristallins que les précédents, mais y passent insensiblement au point de vue minéralogique ; la séricite s'y présente en petits cristaux lamellaires sans contours bien définis. Ils sont traversés également par de petits filons de quartz blanc et toujours très plissotés. Les lits siliceux contiennent parfois des *Bilobites* mal conservés.

A 150 mètres de la gare, auprès de la font (source) Pudenta, on trouve un lambeau de schistes noirs ampéliteux avec graphite et pyrite de fer : ils sont discordants sur les schistes à séricite ; la tranchée de la voie les coupe et montre un petit pli couché très net.

La Société, quittant alors la voie, a commencé l'ascension du pic de Montcada par son flanc nord-ouest. Au-dessus de ce pli couché on voit d'abord des schistes siliceux traversés par des filonets de quartz blanc alternant avec des schistes gréso-ferrugineux renfermant des nodules aplatis : ils sont discordants sur les schistes à séricite de la base et plongent en général vers le sud. Environ 56 mètres au-dessus de la voie on trouve une grauwacke grise schisteuse avec quelques nodules siliceux, plongeant toujours au sud. Un peu plus haut et du côté de l'ouest, on voit sur la grauwacke gréseuse un lambeau de cette même roche mais plus argileuse, vacuolaire, et avec nodules et fossiles. Elle est surmontée par une couche moins dure, très ferrugineuse et de couleur plus sombre.

Cet ensemble de couches de grauwacke constitue l'assise à *Orthis* à grandes côtes et à *Cystidés* du niveau de Caradoc. Il a environ 50 mètres d'épaisseur et renferme les espèces suivantes :

Orthis Actoniæ Sow.	*Leptæna sericea* Sow.
» *vespertilio* Sow.	*Echinosphærites* cf. *balticus* Eichw.
» *calligramma* Dalm.	*Favosites* sp.
» *testudinaria* Dalm.	*Ptilodyctia costellata* M'Coy.

D'après les échantillons que nous lui avons communiqués, M. Barrois a reconnu le niveau de Caradoc caractérisé par ses *Orthis* et ses *Cystidés* : « Cette liste de fossiles, dit M. Barrois (1), permet » de rattacher ce niveau de Montcada au calcaire de Bala à faciès » septentrional dont nous avons reconnu la présence en 1880 dans » la bande silurienne méridionale de Barrande en Bretagne, modi- » fiant ainsi d'une façon notable la théorie de Barrande sur l'exis- » tence de ces provinces naturelles à l'époque silurienne. Depuis

(1) Barrois. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 66.

» lors, l'extension de cette faune de Caradoc a reçu de nombreuses » confirmations... Nous savons aussi aujourd'hui que la faune » du calcaire de Bala s'étendit d'une façon continue sur tout l'Ouest » de l'Europe ; elle présente les mêmes formes caractéristiques » communes dans le Shropshire, le Finistère, l'Hérault, la Haute- » Garonne et la Catalogne ».

Au-dessus vient en concordance de stratification une assise gréseuse supérieure : les fossiles y sont plus rares, on n'y trouve que des *Favosites*, des *Cystidés* et quelques *Orthis*.

Cette série est surmontée en discordance par un calcaire bleuâtre à faciès de griotte, avec nombreuses veinules de limonite et quelques filonets de quartz. En suivant vers l'est la limite inférieure de ce calcaire, on l'a vu, à son extrémité nord, reposer sur des schistes blancs calcaires à *Graptolites* du Silurien supérieur discordants sur les schistes gréseux du Silurien inférieur.

Le sentier suit le calcaire dur, compact, à faciès de griotte des Pyrénées, en bancs irréguliers et fragmentés de quelques mètres d'épaisseur. Il renferme de nombreux articles d'*Encrines* et de rares *Clymenies* (?) et *Brachiopodes*.

A l'altitude de 270 mètres existe un petit ressaut dans lequel le calcaire griotte n'existe pas, mais où apparaissent seulement les schistes inférieurs à *Graptolites*. A cet endroit il y a donc un changement complet : les bancs de calcaires dirigés E.-O. se redressent jusqu'à la verticale ; des schistes blancs, jaunâtres, rougeâtres ou violacés, redressés et plissés, apparaissent, et des bancs calcaires alternent aussi avec les schistes violacés et rougeâtres. A la surface du ressaut les schistes paraissent former un simple placage sur le calcaire, mais l'ensemble forme un petit synclinal nettement accusé par les calcaires bleuâtres à *Tentaculites* qui appartiennent à un niveau plus élevé. Les schistes calcaires blancs renferment des empreintes de *Graptolites* peu déterminables ; quelques-unes ressemblent au *Monograptus colonus* que nous verrons bientôt à Bruguès. Ils apparaissent en plusieurs points grâce aux plissements, notamment à 30 mètres au-dessous du sommet du pic, toujours surmontés par le calcaire bleuâtre.

Les schistes rouges intercalés en minces couches dans les bancs calcaires renferment : *Leptæna corrugata* Richter assez fréquent, *Orthis*, *Strophomena*, *Lingula*, *Avicula*, petits Brachiopodes, etc. M. Barrois, à qui nous avons communiqué les fossiles trouvés dans ces schistes, les a rapportés au niveau du Dévonien de la Thuringe.

On peut rapporter, dit-il (1), à ce niveau les schistes des couches supérieures de Montcada dans lesquelles il m'a été permis de reconnaître :

Tentaculites Geinitzianus Richter.
Leptæna corrugata Richter, non Porlock.
Pleurodyctium Selcanum Gieb.? (2).
Tiges d'*Encrinus*.

Mais il faut dire que ni les *Tentaculites*, ni les tiges d'*Encrinus* ne se trouvent ensemble avec le *Leptæna*. Ils existent dans l'ensemble du pli, mais pas dans les mêmes couches ; ils se trouvent dans des couches calcaires, comme on le remarque nettement dans la coupe (fig. 10).

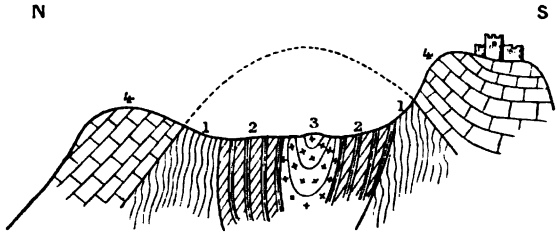


Fig. 10. — Coupe du sommet du pic de Montcada.
Longueur de la coupe : 60 mètres.

1, Phyllades à *Graptolites* ; 2, Alternance de calcaires et de schistes à *Leptæna corrugata* (l'épaisseur des schistes est exagérée) ; 3, Calcaire bleu noduleux à *Orthoceras* ; 4, Calcaire griotte à *Encrinus*.

Au-dessus des calcaires avec schistes intercalés, viennent des bancs de calcaire bleu, marneux, noduleux, très dur par places, avec de nombreux *Orthoceras* indéterminables, des *Encrinus*, *Kralowna* et surtout des *Tentaculites* (*T. Geinitzianus*). C'est à la base surtout que ces calcaires sont noduleux : dans un nodule nous avons trouvé *Monograptus Rœmeri* Barrois (3). Les calcaires à *Tentaculites* appartiennent à un niveau plus élevé que les calcaires et schistes à *Leptæna corrugata* ; les calcaires griottes à *Encrinus* qui autrefois devaient les surmonter formant la voûte de l'anticlinal, ont disparu par suite de la rupture de cette voûte.

Après avoir étudié ce petit ressaut, nous gagnons le sommet du

(1) Barrois. Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne, *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 63.

(2) Cet échantillon provenait du « Can Amigonet » de Papiol ; il n'est pas loin de Montcada.

(3) Barrois, *in litteris*.

pic (295 m.), constitué par des bancs de calcaire compact dolomitique, plongeant d'abord fortement au sud en sens contraire des précédents, ce qui montre qu'il s'agit bien d'un anticlinal rompu. Les bancs qui forment le sommet et ceux qui constituent le versant méridional sont très disloqués et ont un plongement variable ; ils reposent aussi sur la grauwacke à *Orthis Actoniæ* qui fait le tour de la colline.

La Société a beaucoup discuté sur la tectonique de cette intéressante colline : on a pensé généralement qu'il s'agit d'un anticlinal déversé dans lequel se trouvent de petits synclinaux indiqués par les diverses récurrences des schistes à *Graptolites*.

Cet anticlinal est peut-être en relation avec le grand anticlinal du Tibidabo que nous verrons lundi ; il est cependant un peu plus au nord-est. Le calcaire griotte qui autrefois recouvrait la chaîne et contribuait ainsi que le Trias à la constitution du grand anticlinal littoral, a été presque entièrement enlevé, il n'en reste que de petits lambeaux sur les deux versants. Sur le versant littoral, à l'est, il y a celui qui constitue la butte de Mongat, au centre le chaînon de Vallcarca et à l'ouest celui de Bruguès. Sur le versant opposé on voit le lambeau du Coll Blanc, un autre au milieu de la chaîne au-dessus de Vallvidrera, un autre allant de la Torre-Negra à San-Cugat, à l'ouest ceux de la montagne de Santa-Creu-d'Olorda, dont l'un, Silurien supérieur, la couronne, l'autre sur le versant sud-ouest est accompagné d'un lambeau de Carbonifère (grauwacke du Culm), enfin les lambeaux de San-Bartomeu-de-la-Cuadra et de Papiol.

Dans cet ensemble de lambeaux de calcaire paléozoïque, il faut voir le reste d'un anticlinal démantelé.

Du sommet du pic de Montcada se déroule un panorama très vaste : à l'ouest, la plaine du Vallès faiblement ondulée remplie d'alluvions du Pontien et le Panadès, au delà, vers le nord, la chaîne moyenne éocène du Montserrat, San-Llorens del Munt et la falaise de Berti : au nord, le massif ancien du Montseny et la chaîne des Pyrénées à l'horizon avec le point culminant du Puigmal ; à l'est la chaîne granitique littorale coupée par la rivière du Besos, et au delà la Méditerranée ; au sud la plaine de Barcelone recouverte par le Quaternaire ; le Montjuich et la chaîne paléozoïque du Tibidabo dont fait partie le pic où nous sommes.

En redescendant dans la direction du village, on recoupe les couches suivantes : après les schistes blancs à *Graptolites* et le calcaire griotte qui les surmonte, nous retrouvons des schistes blancs alternant avec des schistes rouges ferrugineux, puis les assises supé-

rieures de la grauwacke (niveau de Caradoc) qui forment un petit gradin grâce au lambeau de calcaire griotte qui vient au-dessous. A 10 mètres plus bas, nous trouvons un autre lambeau de calcaire griotte de 30 mètres de large assez mince, constitué par des bancs disloqués. Il repose en discordance sur les schistes ferrugineux avec filons d'hématite intercalé dans les schistes blancs à *Graptolites*. Cet ensemble surmonte la grauwache gréso-schisteuse qui plonge aussi vers le sud ou le sud-ouest. Au-dessous viennent les schistes à séricite (Cambrien ?) de plus de 60 mètres d'épaisseur, traversés par des filons de porphyre quartzifère, plongeant toujours au sud. Aux schistes à séricite succèdent les schistes maclifères du col et de la butte Fermi, en discordance avec les premiers.

Les retours du calcaire griotte à *Encrinus* et des schistes à *Graptolites* à diverses hauteurs surtout dans le versant oriental très

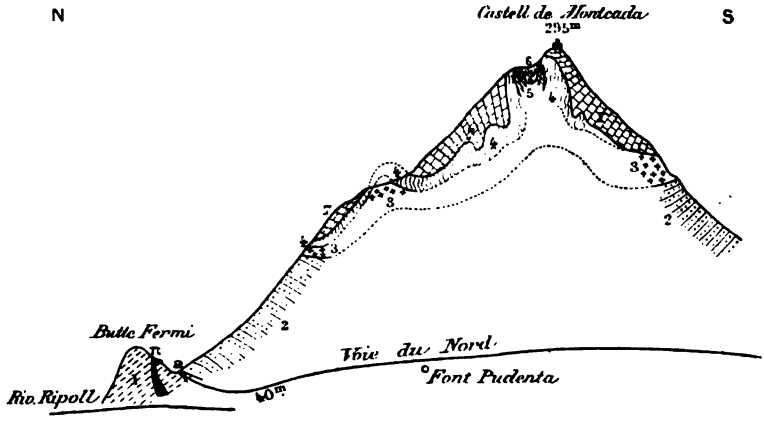


Fig. 11. — Coupe du versant nord de la colline de Montcada.
Echelle : longueur 1/1.000 ; hauteurs libres.

1, Phyllades maclifères ; 2, Phyllades satinées ; 3, Grauwacke gréseuse (Silurien inférieur) ; 4, Phyllades à *Graptolites* ; 5, Schistes à *Leptæna corrugata* ; 6, Calcaire bleu à *Orthoceras* ; 7, Calcaire griotte et dolomitique à *Encrinus* ; π, Filon de porphyre quartzifère ; a, Gare du chemin de fer du Nord.

abrupt où l'on voit le calcaire pincé dans des plis de schiste à *Graptolites*, rendent manifeste l'existence de plusieurs plis dans les schistes. Sur ce versant, les bancs de calcaire griotte très bouleversés descendent jusqu'au tiers inférieur de la colline reposant soit sur la grauwacke, soit sur les schistes à *Graptolites*, suivant le niveau jusqu'où ils descendent.

Dans la tranchée de la voie de San-Juan-de-las-Abadesas, la Société a vu les schistes à séricite plissés, plongeant fortement vers le nord, et traversés par des filons de quartz blanc et de porphyre quartzifère altéré de couleur jaunâtre. Cette roche est composé d'orthose, de mica blanc, de chlorite et d'un peu de quartz ; on y voit des fragments de schiste empâtés dans la roche.

En résumé nous avons reconnu dans la colline de Montcada les formations suivantes (fig. 11, p. 737) : Le Cambrien représenté par les schistes maclifères et les schistes à séricite : l'Ordovicien représenté par la grauwacke à *Orthis* et *Cystidés* ; le Gothlandien avec ses schistes blancs à *Graptolites* et le Dévonien représenté par trois assises : des schistes jaunâtres ou violets à *Leptæna corrugata*, des calcaires bleus avec *Tentaculites* et des calcaires griottes à *Encrines*.

Après le déjeuner, la Société a pris le train pour Sardanyola, longeant de nouveau les flancs ouest et nord du massif paléozoïque de Montcada. Sur le côté ouest, près de la ferme Oller, existait autrefois une grotte disparue depuis, par suite de l'exploitation du calcaire griotte : le limon et le tuf quaternaire bréchifère qui la remplissaient contenaient des fragments d'ossements, entre autres une moitié de mâchoire d'*Ursus spæleus* Blum. ; le limon renfermait une valve de *Pectunculus glycimeris* Lin.

La gare et le village de Sardanyola sont construits sur les limons à nodules du Quaternaire qui recouvrent presque toute la plaine du Vallès.

Après avoir traversé le ravin Riusec, près de la gare, la Société, se dirigeant vers le sud-ouest, est arrivée à la torre (ferme) Giralt. En creusant un puits dans cette ferme, on a retiré des marnes sableuses du niveau marin le plus élevé du Miocène et très riches en *Cerithium pictum* Bast., contenant en outre *Nassa Schönni* H. et Au., *Turritella gradata* Menke, etc. Malheureusement les marnes avaient été mélangées à la terre superficielle et on n'a pu trouver que quelques mauvais échantillons de *Cerithium* et *Turritella*. Ces marnes sont surmontées par le Pontien recouvert lui-même par le Quaternaire ; elles occupent le même niveau stratigraphique et renferment la même faune que les couches d'Hortons (Gelida) et de San-Pau-d'Ordal : elles sont donc sarmatiques ; toutefois *Mactra podolica* ne s'y trouve pas, leur épaisseur d'ailleurs est très faible ici. Tout près de cette ferme on a pu voir un banc d'*Ostrea crassissima* et *O. gingensis*, au-dessus des couches à *Cerithium*, indiquant le voisinage du rivage de la mer sarmatique ; ce banc repose sur les schistes paléozoïques du versant

nord de la chaîne du Tibidabo. De là, nous nous dirigeons, à travers les vignes, vers le ruisseau de San-Cugat qui suit le flanc nord-ouest de la chaîne paléozoïque et la sépare des dépôts tertiaires. A mi-côte, on trouve un banc de calcaire grossier sableux qui correspond au niveau marneux de la ferme Giralt, pétri d'empreintes de *Cerithium pictum*. Un peu plus bas on voit un dépôt calcaire bréchoïde appelé carrière de Canaletas, formé aux dépens des schistes et du quartz laiteux paléozoïques. Il repose aussi sur les schistes paléozoïques qui forment ainsi une petite butte semblable à celle qui renferme le banc à *Ostrea crassissima*. Le calcaire bréchoïde ne renferme pas *Cerithium pictum* ou du moins très exceptionnellement.

Dans les couches marno-sableuses et dans le calcaire grossier sableux à *C. pictum*, on trouve les espèces suivantes :

Nassa præ-Hörnesi Hörn et Auing.
Cerithium lignitarum Elchw.
» *inconstans* Bast.
» *mutabile* Gratel. var.
Biltrium sp.
Turritella terebralis Bast.
» *cathedralis* Brong. (seulement dans le calcaire).
Neritina concava Férussac, var.
Ostrea digitalina Dubois.
Ostrea fimbriata Gratel.
Anomia ephippium Lin.
» *costata* Brocchi.
Arca lactea Lin.
» *diluvii* Lmk., var.
Cytherea sp.
Tellina sp.
Corbula gibba Olivi.
» *revoluta* Cocconi, etc.

Quelques-unes de ces espèces se trouvent dans le dépôt bréchoïde inférieur; on y trouve, en outre, la plupart à l'état de moules :

Fusus sp.
Conus sp.
» *Dujardini* Hörn (*canaliculatus* auct).
Turritella turris Bast.
Cerithium sp.
Ostrea gingensis Schlotheim.
» *crassissima* Lamk.
Anomia costata Brocchi.
Pecten galloprovincialis Matheron.
Lithodomus lithophagus Lin.
Pectunculus sp.
Arca sp.
Lucina catalaunica Almera et Bofill.
Cardium Darwini Mayer.
Cytherea sp.
Tellina planata Lin.
» *lacunosa* Chemn., var.
Lutraria oblonga Lamk., etc.

Cette faune nous indique que la mer tortonienne d'abord, puis la mer sarmatique ont pénétré entre ces deux buttes paléozoïques formant une petite anse. L'abondance de *C. pictum* et les sédiments marno-sableux indiquent nettement le faciès d'estuaire à l'époque sarmatique, de même que les brèches et la faune qu'elles renferment accusent la proximité du rivage à l'époque tortonienne.

La mer helvétienne s'est arrêtée à 1 kil. à l'ouest d'ici : dans les sédiments gréseux et sableux de cette époque on trouve, entre autres espèces, *Amphiope bioculata* et *Pecten Fuchsi*.

En revenant à la gare, nous traversons un monticule formé de Pontien continental à *Hipparion gracile* et *Mastodon longirostris*. Cet étage occupe presque toute la surface du bassin du Vallès et du Panadès ; il est constitué par des limons alternant avec des cailloutis, ceux-ci prédominant à mesure que l'on avance vers le nord et les sables siliceux remplaçant les limons. Dans la région moyenne du bassin son épaisseur dépasse 300 mètres, il forme des collines ravinées de tous côtés, dont l'altitude dépasse parfois 250 mètres et qui donnent au pays une physionomie spéciale. On a pu voir combien ces dépôts sont semblables à ceux du Miocène supérieur du bassin du Rhône.

On a reconnu que l'origine de cette vallée doit être attribuée à un effondrement ante-miocène qui a permis à la mer d'arriver par le Panadès à l'ouest. La mer a envahi tout le bassin Panadès-Vallès longeant le pied de la chaîne littorale actuelle qui n'était pas encore coupée par le Besos et le Llobregat : ce n'est que plus tard que la chaîne a été coupée, permettant aux deux fleuves de déboucher dans la Méditerranée.

En ce même point la Société a pu se convaincre que la mer tortonienne s'étendait plus au nord dans le Vallès : on en a une preuve dans les dépôts marins situés sur l'autre rive du Ripoll au hameau de Mas Rampinyo, au delà de Montcada. Là, en effet, on voit dans la tranchée du chemin de fer de San-Juan-de-las-Abadesas, près de la gare, sous les cailloutis du Pontien continental, des argiles saumâtres correspondant au Sarmatique. C'est un petit dépôt tout-à-fait littoral d'argiles et de couches sableuses fossilifères. A la partie supérieure les argiles deviennent marneuses et renferment des coquilles marines et des empreintes de végétaux :

1° Coquilles marines		2° Végétaux
Ostrea sp.		*Myrica salicina* Unger (commun).
Anomia ephippium Lin.		*Laurus* sp.
Nassa sp.	(moules internes).	*Cinnamomum Scheuchzeri* Heer.
Natica sp.	»	*Sapindus falcifolius* Heer.
Arca diluvii Lamk., var.	»	*Cassia lignitum* Unger.
Lucina miocenica Michtti.	»	» *Fischeri* Heer.
Mytilus sp. (fréquent)	»	*Leguminosites Proserpina* Heer.
Nucula sp.	»	» *undulata* Heer.
Tellina sp.	»	» *strangulata* Heer.
Corbula gibba Olivi.		» *elliptica* Heer.
Psammobia Feroensis Chemnitz.		*Colutea macrophylla* Heer, etc.

Ces couches surmontent un autre dépôt (tortonien) qui est aussi littoral, constitué par des grès et des sables blancs quartzeux, bien apparents dans la petite tranchée ouverte cent mètres au delà de la gare. Il contient :

Turritella (*Proto*) *cathedralis* Brgt.
Conus sp. (moules).
Ostrea sp.
Anomia costata Brocc.
Cytherea sp. (moules).
Venus sp. (moules).
Scutella sp.

En amont de ce point, soit vers le nord ou le nord-est, les dépôts marins disparaissent sous les alluvions pontiques qui s'appuient sur le bord de la chaîne littorale du côté du sud-est et sur celui de la chaîne moyenne du côté du nord-ouest. Le Pontien y atteint une grande puissance et son faciès est tout-à-fait torrentiel, surtout au pied de la chaîne moyenne.

COMPTE-RENDU DES EXCURSIONS DU DIMANCHE 2 OCTOBRE A GRACIA ET LE COLL (HORTA) ET DU LUNDI 3 A VALLCARCA, AU TIBIDABO ET A ESPLUGAS

par M. **J. ALMERA.**

Les rapports intimes entre le chaînon de Vallcarca et le massif du Tibidabo, qui font partie d'un même anticlinal, m'engagent à grouper les courses d'aujourd'hui et d'hier dans un même compte-rendu. Ces deux courses ont eu pour objet de visiter le Paléozoïque et le Pliocène des environs de Barcelone.

Dimanche, à 2 heures, les membres de la Société étaient réunis à la place Sainte-Anne, où ils ont pris le tramway qui, par la droite de l'Ensanche (Ville-Neuve), conduit à la place Rovira du faubourg de Gracia. De là, la Société s'est dirigée vers le N. en traversant les rues du faubourg bâti sur le quaternaire travertineux que surmonte le Pliocène marin, comme le montrent les sables jaunâtres et les argiles bleues traversés par tous les forages de puits. Les deux étages sont fossilifères ; mais les argiles sableuses du Plaisancien sont encore plus riches que les sables jaunâtres astiens. Ils forment la suite des dépôts que nous verrons plus tard et de ceux que nous avons déjà vus le premier jour à Sans.

Ces dépôts pliocènes buttent dans le sous-sol, soit contre les schistes, soit contre le granite décomposé, sur lequel s'élève ce petit chaînon paléozoïque. Le granite affleure à 400 mètres au nord de Gracia,. C'est lui qui formait la falaise de la mer pliocène en cet endroit; aussi les dépôts voisins de cette falaise sont-ils chargés de débris de cette roche.

Après Pratt, de Verneuil et Collomb, Vezian (1) a bien étudié ce chaînon paléozoïque dont plus tard M. Carez (2) et MM. Maureta et Thos (3) se sont occupés.

En traversant le faubourg, des tranchées faites dans une petite

(1) *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone*, p 12 et 13.
(2) *Etudes des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, p. 77 et 78.
(3) *Description fisica, geologica y minera de la provincia de Barcelona*, p. 252.

colline pour l'ouverture des nouvelles rues nous ont permis de voir la roche dont se compose cette proéminence: c'est la grauwacke du Culm à faciès littoral, composée d'une sorte de tuf gris foncé, avec petits galets quartzeux, traversée par des veinules calcaires et quartzeuses en toutes les directions. Elle est ordinairement durcie, et offre l'apparence d'un grès.

Ce dépôt entoure presque toute la partie calcaire du chaînon; il butte contre elle en certains points et repose sur elle en d'autres, comme nous le verrons à Vallcarca et au Coll, sur le versant opposé.

En sortant du faubourg par la route en construction qui doit mener à Horta par le col du Carmelo (autrefois Portell du Coll), au delà d'une petite anse quaternaire, nous avons trouvé des bancs de calcaire dolomitique redressés, bruns, sub-esquilleux, criblés en tous sens de veinules de fer hydraté donnant à la roche une structure pseudo-bréchoïde, un faciès de griotte. Elle est traversée par un filon de porphyre quartzifère composé de quartz, d'orthose et de mica noir chloritisé. Dans la carrière abandonnée, sur le bord de la route, il paraît être surmonté par le calcaire griotte, dur, marbré, et non dolomitisé en ce point. Le calcaire renferme des tiges d'Encrines spathisées et des cristaux de pyrite de fer. Il est partout très disloqué, mais sur ce versant il est plissé et forme un synclinal dirigé est-ouest, parallèle au chaînon, comme on le voit nettement dans la carrière proche de la ferme Barò.

Le synclinal est aussi nettement accusé par les schistes qui supportent le calcaire. Cette roche est exploitée pour la fabrication de la chaux, et comme pierre de construction et de pavage.

Au-dessous du calcaire viennent des argiles schisteuses à minerai de fer autrefois exploité dans cet endroit ; les galeries subsistent encore. Le minerai est ordinairement à l'état d'hydrate de fer mêlé à une forte proportion d'argile ferrugineuse. La surface des blocs et l'intérieur des géodes sont tapissés par de l'ocre rouge ou jaune, par des petits cristaux de carbonate de chaux ou de dolomie et par de l'hématite brune qui se présente en minces couches fibreuses.

L'hématite et l'argile ferrugineuse accompagnent toujours, comme nous l'avons vu hier à Montcada et comme nous le verrons plus tard, soit le calcaire dolomitique, soit la griotte, et se trouvent toujours intercalées entre deux couches tout à fait discordantes, la couche calcaire au-dessus, et au-dessous une couche de schistes redressés, plissés et extrêmement tourmentés. L'assise argilo-ferrugineuse est de couleur rougeâtre, violette, bleuâtre ou noirâtre, par suite

de l'ampélite. Ce minéral est parfois assez abondant pour former de vrais amas ampéliteux au milieu des couches schisteuses. Ces couches appartiennent au niveau à *Graptolites* que nous avons vu à Montcada, et nous le reverrons plus haut avec les mêmes caractères et les *Graptolites*.

En dessous de ces couches la Société a vu dans la même route et dans le versant S.-S.-O. du chaînon qu'on a remonté, la grauwacke du Silurien inférieur (Ordovicien) constituée par des couches schisteuses, argileuses ou gréseuses, ferrugineuses, de couleur violette, grisâtre ou jaunâtre, redressées et plissées. Elles offrent les mêmes caractères que celles du niveau de Caradoc que la Société a vues hier au-dessus de la Font-Pudenta à Montcada. Ces schistes sont remplis à certains niveaux, comme à Montcada, d'empreintes et de moules de *Cystidés* et d'*Orthis*. On y trouve entre autres espèces :

Orthis Actoniæ Sow.
» *calligramma* Dalm.
» *vespertilio* Sow.
» *testudinaria* Dalm.
Strophomena sp.
Echinospherites cf. *balticus* Eichw.
Tiges de *Cystidés* très fréquentes.

Ce sont les mêmes types qu'à Montcada.

Au-dessous viennent des schistes satinés, siliceux, surmontant, comme à Montcada, les schistes cristallins maclifères qui se montrent bien développés à peu de distance de ce point, vers le nord et le nord-est de cette même colline.

En remontant le versant de la colline, on voit parfaitement la discordance entre les couches calcaires dolomitiques et les schistes argileux, la tranchée de la route et le ravin ayant mis à découvert la superposition directe du calcaire sur les schistes siluriens avec bancs de dolomie intercalés. Au col du Carmelo les schistes argileux siluriens sont bleus, dépourvus de fossiles et surmontés en discordance par des bancs de dolomie bréchoïde. C'est sur cette dolomie qu'est construit l'ermitage de Notre-Dame-de-Carmelo, qui donne son nom au col autrefois nommé Col-de-Portell.

De ce point, la Société a pu contempler la belle vallée d'Horta constituée du côté sud par des schistes siluriens sur lesquels nous nous trouvons, et plus bas par les schistes cristallins formant les flancs O., N. et E. du chaînon Baro-Coll, le granite et les schistes cristallins maclifères. Une grande partie du vallon est recouverte par le limon quaternaire travertineux, qui masque souvent le granite.

De Carmelo nous avons suivi le sentier du Coll et Vallcarca, qui coupe d'abord les bancs de dolomie couchés sur les schistes et plon-

geant fortement vers le vallon d'Horta. Tout près de la chapelle du Coll, se voit un pointement de porphyre quartzifère à travers les schistes siluriens.

Ici nous quittons le sentier pour remonter la colline Mora (200 mètres), afin de voir les rapports de la dolomie et du calcaire avec les schistes argileux à *Leptæna corrugata* et à *Graptolites*.

Dans ce versant N. que nous remontons, on voit que les dolomies, et les calcaires griottes, ont de ce côté une faible épaisseur, car les schistes argileux sur lesquels ils reposent pointent cà et là. Nous avons dépassé le calcaire, nous nous trouvons sur les schistes à découvert pendant 140 mètres environ. De bas en haut on voit se succéder (fig. 12, p. 746) : les schistes blancs marneux à *Graptolites* comme à Montcada ; au-dessus, en discordance, les schistes aussi marneux versicolores à *Leptæna corrugata*, et vers le sommet, comme à Montcada, des bancs de calcaire marneux bleuâtres presque verticaux à *Orthocères* très nombreux, *Tentaculites* et *Kralowna*. Les bancs calcaires en contact avec les schistes à *Leptæna* contiennent intercalés des schistes avec cette même espèce. Ce fait se voit aussi dans les collines voisines de la ferme Barò, du Putxet, ainsi qu'au pic de Montcada, enfin au-dessus viennent des calcaires compacts bruns dolomitiques.

Ces calcaires bruns dolomitiques occupent le sommet de la colline et le recouvrent de tous côtés, ils sont très disloqués ; mais il semble que ces bancs forment une petite voûte, plongeant du côté du littoral vers le S.-E. et du côté opposé vers le N.-O. De ce côté ils se recourbent brusquement, fortement pour former le synclinal du Coll, dans lequel, comme nous allons le voir, est la grauwacke du Culm. De l'autre côté, à 150 mètres de distance, ils se redressent et constituent la butte de la ferme Falcó, que nous avons en face.

Ce calcaire dolomitique repose donc en discordance de stratification ou plutôt transgressivement sur les schistes fossilifères du Silurien supérieur et du Dévonien inférieur. S'agit-il d'un petit anticlinal calcaire déversé dont le noyau est formé de schistes siluriens ? Devient-il la crête de séparation entre le synclinal silurien que nous avons reconnu au pied du chatnon et le synclinal carbonifère parallèle à ce dernier et que nous allons traverser ?

Avant d'arriver à la chapelle du Coll nous trouvons un petit lambeau de Trias inférieur ou grès bigarré, buttant par faille contre les calcaires dolomitiques dévoniens. Ce lambeau se distingue bien soit par l'abondance de cailloux de quartz blanc, soit par la nuance rouge des grès et des argiles qui le rendent tout-à-fait identique

aux autres dépôts de la base du Trias de la région. C'est l'unique lambeau qui ait subsisté en ce point de toute la masse qui recouvrait autrefois la contrée : il en existe encore des jalons soit du côté de l'E. à Badalona-Montgat, soit du côté de l'O. dans le massif de Begas. Il repose sur le Culm : c'est à l'extrémité N. de ce lambeau qu'est bâti l'ancien ermitage du Coll et à l'extrémité opposée qu'existe la ferme Mora.

Entre les deux jaillit la source qui a pris le nom de Font Rubia, de la teinte rouge du dépôt.

Au delà, la ferme Mora et dans un espace de 200 mètres environ, de cette ferme au col d'Augirot, on trouve la suite de la série des assises de ce chaînon. De bas en haut on observe la série suivante (S.-N.) (fig. 12) :

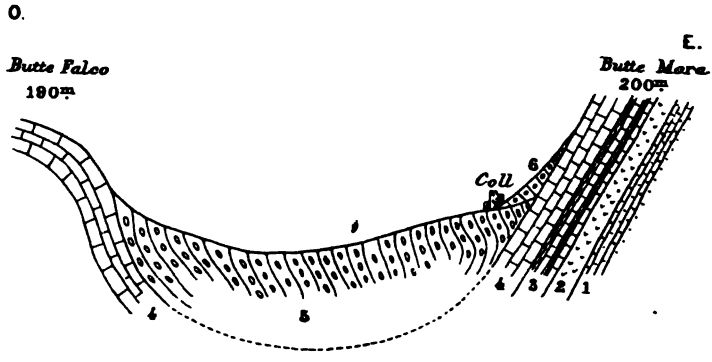


Fig. 12. — Coupe de la butte Falcó à la butte Mora. — Longueur : 150 mètres.

6, Trias inférieur; 5, Grauwacke du Culm; 4, Calcaire griotte dévonien; 3, Calcaire bleuâtre à *Orthoceras*; 2, Schistes à *Leptæna corrugata*; 1, Schistes blancs à *Graptolites*.

1° Grauwacke gréseuse du niveau de Caradoc à *Orthis Actoniæ*, *Orthis* sp., bien caractérisée au-dessous du col d'Augirot (versant sud). C'est la suite de celle que nous avons vue en bas.

2° Schistes argileux, blanchâtres ou noirâtres très plissés plongeant 60° vers le N.-E. qu'on retrouve plus haut sur le versant opposé (fig. 12) susceptibles d'être divisés en trois horizons : *a)* schistes blancs calcaires avec *Monograptus Beechi* Barr.; *M. priodon* Sow. ? (Silurien supérieur); *b)* schistes argileux à nodules calcaires ou gréseux avec *Ceratiocaris* et *Monograptus* (Silur. sup.); *c)* schistes argileux bruns, grisâtres ou blanchâtres, avec *Leptæna corrugata* Rich., *Avicula* cf. *migrans* Barr., etc. (Dévonien).

3° Calcaire bleu à *Orthoceras*, *Kralowna* sp., *Tentaculites Geinitzianus* Rich., etc. (Dévonien).

4° Calcaire griotte et dolomies, plongeant dans divers sens (Dévonien).

5° Schistes bréchoïdes, argileux, calcaires, avec lydiennes (Carbonifère).
6° Grauwacke carbonifère, grise, micacée, en lits fortement plissés (Culm).
7° Poudingue triasique quartzeux avec grès argileux rouge (Trias inférieur).

Tournant vers l'O. et reprenant à côté de la chapelle le sentier que nous avions laissé pour remonter la colline, après la dolomie altérée brune disposée en couches verticales séparées par minces lits tuffacés intercalés, nous avons retrouvé la grauwacke carbonifère vue déjà à Gracia. Elle est schisteuse, gréseuse, micacée, de couleur bleue en profondeur. Au contact de la dolomie elle est extrêmement plissée, ainsi qu'on le voit au Coll, et en couches redressées. Quoique les relations entre le calcaire dolomitique et la grauwacke ne soient pas ici bien nettes, tout près de la ferme Morros (à 350 mètres au delà vers le N.-O.), elle apparaît nettement superposée au calcaire toujours plus ou moins dolomitisé. La même obscurité règne aussi au sujet des relations de la grauwacke avec le calcaire dévonien de la butte Falcó, car elle butte par faille contre le calcaire dolomitique qui constitue le niveau le plus élevé de cette colline. Mais dans la carrière ouverte au-dessus la maison Oliva, on voit nettement les bancs du calcaire plonger (fig. 12, 4) vers le S.-E. et passer au-dessous de la grauwacke pour rejoindre, sous le Coll, ceux de la colline Mora. Il y a donc là, évidemment un synclinal dévonien, formé par les bancs du calcaire griotte masqué par la grauwacke carbonifère (fig. 12,5). Il s'agit d'un fait analogue à celui de la vallée de Pitrou (Montagne Noire), quoique là les couches carbonifères ne se montrent pas plissées, mais seulement pincées entre deux buttes de calcaire dévonien.

Ce dépôt carbonifère occupe tout le col et le fond des ravins à Horta (côte du N.-E.) et à Vallcarca (côte du S.-O). A côté de l'ermitage de Lourdes, il renferme des petits cailloux, siliceux, blancs ou noirs, des galets de feldspath, de calcaire brun, de granite, de porphyre quartzifère, de schistes siliceux, constituant un poudingue cimenté par une sorte de tuf gréseux, traversé par des veinules de quartz et de calcaire tendre tuffacé.

En descendant par le chemin de Vallcarca tracé sur cette roche, avant d'arriver au fond du vallon, nous avons trouvé des empreintes de diverses espèces de plantes, dont quelques-unes ont pu être déterminées par le regretté marquis de Saporta. Ce sont :

Calamites transitionis Gœpp.
» *tenuissimus* Gœpp.
Archæopteris lyra Stur.
Archæopteris pachyrachis Gœpp.
» *Tchermaki* Stur.
Archæocalamites radiata Brong.

Le faciès de cette formation, et les espèces végétales qu'elle ren-

ferme, prouvent d'une façon certaine qu'il s'agit bien du *Culm*. La Société y a pu reconnaître l'empreinte de tiges de *Lepidodendron*, type qui accompagne les espèces citées, caractéristiques de la première phase du Carbonifère ou Culm, d'après M. Grand'Eury.

Au delà, nous retrouvons la grauwacke avec le faciès de poudingue polygénique en bancs redressés, concordants à peu près avec les lydiennes, qui se montrent en contact et limitent la grauwacke au fond du ravin du Coll que nous avons longé du côté droit.

Il est à remarquer que ce dépôt, grâce à des failles, butte soit contre des schistes siluriens, soit contre des calcaires dévoniens, comme nous venons de le voir. Son épaisseur ne dépasse pas 25 mètres et ses couches très disloquées plongent un peu dans tous les sens.

Cette même formation qui, dans le trajet de Vallcarca-Horta, ne se montre que sous le faciès littoral, se présente, du côté de Gracia, sous le faciès continental ou anthracifère reposant aussi sur des calcaires dolomitisés dévoniens. C'est là que jaillit la source appelée Font del Carbo (source du charbon), à cause de la présence de l'anthracite.

D'ailleurs on en voit des lambeaux avec le même faciès littoral et la même constitution sur le versant N. de l'anticlinal du Tibidabo, à la Torre-Negra, auprès de San-Cugat, et vers l'extrémité S.-O. de la chaîne au-dessous de la ferme Ribas de Santa-Creu-d'Olorda (Sainte-Croix-d'Olorde). Les quartzites lydiens extrêmement plissés s'y montrent aussi, buttant par faille, soit contre des schistes, soit contre des calcaires paléozoïques (Silurien-Dévonien).

Ces lambeaux qui subsistent en divers points de la chaîne prouvent qu'autrefois, ainsi que le Trias, le Carbonifère recouvrait toute la contrée ; il a disparu en grande partie par suite des érosions qui ont agi durant les âges géologiques.

A Vallcarca s'est terminée la course de l'après-midi du dimanche.

Le soir, M. et Mme Gaudry ont eu l'amabilité de réunir à leur table, au Grand-Hôtel, les membres de la Société.

Le Lundi 3, la Société est partie à 8 heures par le tramway à vapeur de la place de Catalogne qui traverse la Ville-Neuve et le beau faubourg de San-Gervasi pour aboutir à Sarriá. Nous l'avons quitté au Putxet et, traversant le faubourg construit sur la grauwacke du Culm, nous nous sommes rendus à l'endroit de Vallcarca, où nous avions terminé la course hier soir.

De nouveau on a étudié les caractères, l'allure des couches et les rapports du Carbonifère avec les calcaires qui le supportent. Les calcaires marneux, bleuâtres et pyriteux à *Orthoceras* et à *Kralowna* (*K. Catalaunica* Barr., *K. Almeræ* Barr.), bien visible dans une carrière, constituent des bancs très redressés dirigés E.-O. et plongeant vers le N. Les couches schisteuses inférieures sont masquées par les constructions.

Il faut remarquer qu'ici, sur un espace de 150 mètres, au point de réunion des ravins du Coll et de Vallcarca, le Carbonifère a été supprimé par l'érosion; on n'y voit que des calcaires et des dolomies redressés avec des schistes intercalés qui occupent le fond du vallon de Vallcarca, tandis que la grauwacke carbonifère se poursuit vers le N.-E. remplissant le synclinal du Coll, vers le S.-O., constituant le flanc S.-O. et la base du Putxet.

En ce point, la Société a donc pu se rendre compte de la constitution du groupe paléozoïque infra-carbonifère, de la composition des couches, de leur allure et de leur rapport entr'elles. La stratigraphie est bien compliquée à cause des nombreux plis qui affectent ces couches et de l'absence de fossiles caractéristiques, puisque les *Kralowna*, qui, jusqu'à présent, y ont seul été trouvés, ne sont pas suffisants pour fixer leur âge, ce type, d'après Barrande (*in litteris*), existant également dans le Silurien et le Dévonien.

Cependant, après avoir observé et discuté beaucoup, on a reconnu que ce groupe présente de grandes similitudes, au point de vue du faciès, avec les différents termes du Dévonien de la Montagne-Noire (Hérault) et du Hartz. D'autre part ce sont les mêmes couches, comme nous l'avons indiqué plus haut, qui contiennent *Tentaculites Geinitzianus* et où sont intercalés des schistes avec *Leptæna corrugata* attribués, comme nous le savons, au Dévonien inférieur.

Voici la série des couches que l'on trouve à partir du fond du ravin du Coll, et en remontant le ravin de Vallcarca, où nous sommes en ce moment, jusqu'au sommet de la crête du Tibidabo (Collcerda) (fig. 13, p. 750):

1° Dolomie brune, ferrugineuse, en bancs redressés, dirigés à peu près E.-O. et plongeant vers le S.

2° Phyllades argileuses, ferrugineuses, brunes, ayant certaines analogies avec celles du Silurien, redressées. Elles sont aussi intercalées dans des calcaires argileux et dolomitiques, bleuâtres avec veinules travertineuses.

3° Calcaire argileux à *Orthoceras* et *Kralowna* en bancs redressés presque jusqu'à la verticale, plongeant légèrement vers le N.

4° Phyllades argileuses avec lits de dolomie brune, ferrugineuse et de quartzites rares intercalées, presque verticales, semblables à celles du Silurien inférieur (Ordovicien), qui entrent dans la constitution de la chaîne.

5° Lydiennes noires, violettes ou rouges, en lits redressés et plissés, plongeant légèrement vers le N. et dirigés E.-O.

6° Phyllades gris-verdâtres, argileuses, avec taches jaunes et lits de dolomie ferrugineuse.

7° Phyllades argileuses, rougeâtres (1), avec *Phillipsia* sp., *Encrinus*, *Fucoïdes subantiquus?* Schimper.

8° Schistes et grauwackes verticaux plongeant dans le même sens.

9° Grauwacke passant au poudingue en lits verticaux à cailloux de quartz, lydienne, redressés et plongeant légèrement vers le S.

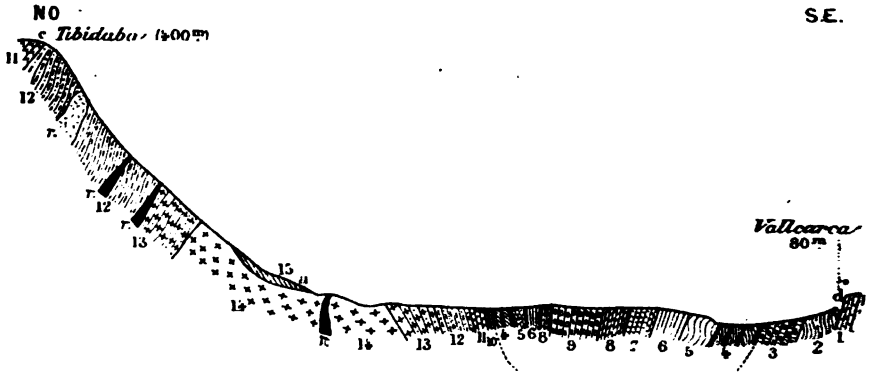


Fig. 13. — Coupe de Vallcarca à la crête du Tibidabo. — Echelle 1/30.000.

π, Porphyre ; 14, Granite ; 15, Limon quaternaire ; a, Route.

10° Schistes et grauwacke grisâtres concordant avec la précédente (couches 8 qui reviennent).

11° Phyllades gris-verdâtres (retour de 6, mais moins épais).

12° Lydiennes très plissées, plongeant au S. (suite du N° 5).

13° Bancs de dolomie brune ferrugineuse avec schistes intercalés plongeant vers le S. (N° 4).

14° Schistes argileux, gris-blanchâtres avec filonets de pyrite de fer et de cuivre et d'oxyde de fer. Ils sont plissés, bréchoïdes, concordant à peu près avec les couches précédentes, correspondant aux N°s 10 et 11 de la coupe.

15° Schistes noirs métamorphisés, mouchetés, plongeant plus fortement vers le S. Les premiers sont riches en quartz et en particules charbonneuses. Ils passent à des schistes moins noirs dont les mâcles sont plus nettes et plus nombreuses et ceux-ci à leur tour à d'autres plus ferrugineux et dont les mâcles sont plus grandes (N° 12).

16° Schistes cristallins, siliceux, maclifères, micacés, plongeant toujours vers le S. (N° 13).

(1) A cette assise il faut rapporter les schistes pourprés à *Encrinus* du versant sud du Putxet et de la colline voisine de Monterioles, que j'avais attribués au Silurien (*Cron. cientifica*, t. XIV, p. 468-1891).

Après le granite (N° 14 de la fig. 13) qui forme le noyau du grand anticlinal de la chaîne du Tibidabo, que nous allons remonter, revient la série des dernières couches schisteuses. Les premières manquent, enlevées sans doute par l'érosion.

La série se présente très nette dans le ravin de Vallcarca, mais il faut s'écarter un peu du sentier pour voir la suite de la série après les quartzites et surtout les rapports entre les quartzites et les phyllades à *Phillipsia* qui leur succèdent, masqués sur le chemin par le limon quaternaire.

On voit donc que du ravin du Coll à la base du Tibidabo, on traverse un synclinal carbonifère, le synclinal du Coll.

La Société, avant de continuer, est allée à la colline Falco formée de calcaire griotte ou dolomitique, rempli d'*Orthoceras* malheureusement indéterminables. La présence de ce type fait penser qu'il doit être attribué au Dévonien, comme celui de la colline Mora, visitée hier.

Par suite du limon quaternaire qui masque les rapports du Culm avec ces calcaires, il semble que ceux-ci surmontent le Culm, mais si on examine avec soin les petites tranchées qui les mettent à découvert, on voit nettement les lydiennes de la base du Culm butter contre le calcaire et dans les points où elles font défaut, les couches de grauwacke s'appuyer et butter contre les mêmes calcaires, ainsi que nous l'avons constaté hier, près de la chapelle de Lourdes.

D'après ce que nous venons d'exposer, on voit l'analogie qui existe entre la constitution de ce chaînon paléozoïque et celle de la Montagne Noire, surtout pour ce qui est du Carbonifère (1). Ici la série se termine par les grès végétaux et les schistes pourprés, tandis que dans la Montagne Noire il y a au-dessous des schistes un calcaire à *Productus* appartenant au niveau du calcaire de Visé.

Le plissement de nos couches a dû avoir lieu après le Carbonifère et même après le Trias, puisque les couches de ces deux terrains ont été affectées par ce plissement.

Les calcaires dévoniens, dolomitisés ou non, surmontaient et recouvraient autrefois uniformément les schistes siluriens et ils étaient à leur tour surmontés et recouverts par les couches anthracifères et peut-être par des dépôts houillers enlevés plus tard par les érosions. L'altitude à laquelle montait cet ensemble de couches devait être beaucoup plus élevée qu'actuellement, et le tout s'appuyait contre le versant littoral de la chaîne du Tibidabo. En effet il n'y a pas doute que l'ensemble de ce chaînon et le massif du Tibi-

(1) Bergeron. *Etude géol. du massif ancien de la Montagne Noire*, p. 184 et suiv.

dabo, autrefois confondus en un massif, n'aient été d'abord soulevés, et que les couches, par ce mouvement orogénique, n'aient été redressées, D'autre part il est probable qu'à ce mouvement de surrexion du grand anticlinal, dont le noyau est occupé par le granite, ont succédé des effondrements et des plissements, grâce auxquels, d'une part l'altitude de ce petit chaînon a été diminuée et de l'autre les couches schisteuses, calcaires, gréseuses, du Silurien, du Dévonien, du Carbonifère et du Trias ont été plissées et mises entre elles en contact anormal.

C'est par suite aussi de cette action dynamique que se sont produites la grande faille cotière et les petites failles qui affectent le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère de Vallcarca et autres points.

La Société poursuit ensuite son chemin par le sentier longeant le ravin de Vallcarca et traverse la série paléozoïque dont nous avons relevé la coupe (fig. 13, p. 750). En arrivant au granite qui occupe l'axe de l'anticlinal du Tibidabo, on voit un calcaire métamorphisé, accompagné de minéraux, en contact avec un filon de porphyre quartzifère ; on le distingue avec peine du porphyre : il représente probablement le Cambrien calcaire, repris, métamorphisé et absorbé par le granite lors de son éruption. Ce calcaire peut être rapporté au Georgien (Annélidien), tandis que les schistes maclifères micacés, qui constituent l'auréole intérieure métamorphique représenteraient le reste du Cambrien et la masse des schistes supérieurs moins métamorphisés qui constituent l'auréole extérieure, le Silurien le plus inférieur, dans lequel jusqu'à présent on n'a pas trouvé de fossiles.

Le granite ici est généralement décomposé ; il ne montre rien de spécial au point de vue de la composition. On a pu remarquer en même temps que ce granite est traversé par de nombreuses veinules de calcaire très poreux, par des filons de granulite et de microgranulite et enfin par des porphyres avec cristaux de quartz bipyramidé et chlorité.

De là, la Société s'est rendue au village de la Bonanova, par la route de ceinture de Barcelone, tracée dans le limon quaternaire recouvrant le granite.

Ce dépôt de lehm travertineux (fig. 13, N° 15) atteint, en certains points, 40 mètres d'épaisseur. A la Bonanova, la Société a quitté la route et, tournant à droite, elle a commencé l'ascension du Tibidabo par la route de Belen (Petite-Maison) qui suit le versant méridional du Tibidabo. Après avoir traversé le limon quaternaire, qui devient travertineux et bréchifère en approchant du pied de la montagne, nous retrouvons le granite décomposé à la limite de la plaine.

Dans ce trajet on croise un filon de porphyre dur à magma felsitique avec taches vertes de chlorite. Au microscope on y distingue des cristaux de quartz, d'orthose et de mica noir chloritisé. Ce filon s'étend presque sur un kilomètre de longueur et sa direction est parallèle à la ligne de la faille.

Après un lambeau de schistes cristallins, micacés, métamorphisés, appartenant à l'auréole intérieure, nous retrouvons le granite normal en contact avec un filon de pegmatite graphique de 50 à 60 cent. d'épaisseur.

En dessus de ce pointement de granite, nous nous trouvons à la base du toit de la faille, de sorte que ce sont les schistes cristallins maclifères micacés qui forment le premier lambeau de l'auréole intérieure des roches métamorphisées par le granite (15 mètres d'épaisseur). Au delà, on recoupe encore le granite décomposé, riche en prismes hexagonaux de mica noir, puis vient la première masse de schistes cristallins maclifères, micacés, altérés par les actions secondaires. Ces schistes plongent vers le centre de la montagne sous un angle variable de 10° à 45°.

C'est dans ces schistes qu'on trouve, comme nous aurons l'occasion de le voir bien nettement après-midi à Pedralbes, de beaux cristaux d'andalousite. Ici les actions secondaires ont déterminé l'épigénie de l'andalousite en damourite (Barrois, *in litteris*).

Au delà des schistes cristallins traversés par des filons de pegmatite typique avec cristaux de tourmaline se montre un grand lambeau lenticulaire de schistes amphiboliques, augitiques, et d'amphibolite cuprifère et grenatifère. Nous le traversons en suivant le fond du ravin de Belen. Ce lambeau est intercalé dans la masse des schistes cristallins maclifères; les couches très plissotées sont formées de minces lits blanchâtres, noirs, verdâtres, alternants de quartz en petits fragments d'augite, d'amphibole, de chlorite et oxyde de fer. A la partie supérieure surtout, ils sont grenatifères, tandis qu'ils sont cuprifères au niveau inférieur. La zone grenatifère se trouve à droite de la route, à l'E. de la Petite-Maison au sommet de la butte de La-Castañé.

Ces schistes maclifères représentent peut-être le Cambrien.

Au delà et au pied même du versant, sur lequel la Petite-Maison de Belen est construite, nous trouvons un des nombreux filons de porphyre quartzifère qui criblent le massif paléozoïque surtout du côté du littoral. Le porphyre quartzifère de couleur rougeâtre ou verdâtre traverse les schistes maclifères très beaux, à grosses macles. Les éléments sont les suivants : magma microcristallin,

avec gros cristaux de quartz, d'orthose très altéré, de mica blanc et noir, de chlorite, oxyde de fer et apatite. Les cristaux de quartz sont corrodés et pénétrés souvent par le magma, d'après M. Adan de Yarza.

Nous allons entrer maintenant dans l'auréole extérieure de métamorphisme composée de schistes qui se distinguent des précédents parce qu'ils sont moins micacés et montrent des petits prismes de chiastolite, des noyaux sombres et charbonneux de staurotide, des grenats, de la chlorite et de la magnétite. Ils vont jusqu'au sommet du Tibidabo et sont d'autant moins métamorphisés qu'on s'éloigne davantage du granite. Au delà de la crête on les voit passer à des schistes noduleux gaufrés, que l'action métamorphique du granite n'a pas atteint.

De la Petite-Maison (335 mètres), au lieu de monter au sommet du Tibidabo (518 mètres), la Société est allée directement à l'hôtel Panorama au col de Vallvidrera, qui se trouve à 1 kilomètre de là, à peu près au même niveau (343 mètres). La route qui mène du col de Vallvidrera au sommet du Tibidabo est toujours dans les schistes maclifères. Un peu au-dessous de la route, sur le versant sud de la turo (butte) du Mont, ces schistes sont traversés par une éruption de diorite composée d'amphibole très altérée et transformée en chlorite et produits ferrugineux, d'oligoclase et d'apatite; sur la même route, près du col, on les voit traversés par une éruption de diabase quartzifère, visible dans la tranchée de la route. Elle est composée des éléments suivants : augite abondante, oligoclase, orthose, apatite, magnétite et ilménite; la texture en est schisteuse.

Dans le même col, les schistes satinés, gaufrés, sont aussi recoupés par un filon important de porphyre quartzifère, blanchâtre, à magma microcristallin, avec gros cristaux d'orthose, de quartz bypyramidé et limonite.

De la terrasse de l'hôtel se déroule un très beau panorama, vaste et très varié : Devant soi, au S.-E., on a les faubourgs de San-Gervasi et de Sarria ; au delà, dans la même direction, toute la plaine occupée par les faubourgs de San-Marti, Gracia et la Ville-Neuve (Ensanche); plus loin, la mer, le port, la colline tortonienne de Montjuich avec son fort et toute la ville de Barcelone ; à l'horizon, les îles Baléares qu'on distingue parfaitement par les temps clairs ; à droite (S. et S.-O.) le fertile et verdoyant delta du Llobregat ; à gauche (à l'E.) le delta du Besos, puis la suite de la chaîne du Tibidabo devenue granitique avec le promontoire triasique et paléozoïque du Montgat et le littoral de la mer, les villages de Badalona, Montgat, Masnou, Premia et Vilasar, bâtis au bord de la mer.

Mais l'étendue du panorama augmente encore du sommet du Tibidabo, d'où on distingue parfaitement non seulement la partie du littoral que nous venons de décrire, mais encore une grande étendue de l'intérieur de la province. Après le déjeuner, quelques membres de la Société ont fait l'ascension de la montagne, pour jouir de cette belle vue.

On voit au N. la suite de la chaîne schisteuse avec le pic silurien-dévonien de Montcada au bout, au delà la plaine alluviale pontienne du Vallès et plus loin le massif granitique et paléozoïque du Montseny et les Pyrénées à l'horizon ; au N.-O., à nos pieds nous pouvons apprécier l'énorme épaisseur visible de ce massif paléozoïque raviné en tous sens et dont les couches conservent toujours le même plongement sur plus de 10 kilomètres, avec Papiol au bout ; au delà, la suite de la plaine pontienne du Vallès avec la ville industrielle de Sabadell au milieu, et plus loin encore une partie de la chaîne moyenne de la Catalogne paléozoïque, triasique et nummulitique qui s'étend du Montseny à Montserrat avec le pic de San-Llorens-del-Munt au milieu ; à l'O., la plaine pontienne du Panadès, suite de celle du Vallès ; au delà, la basse chaîne paléozoïque et triasique de Capellades, qui la sépare du Nummulitique d'Igualada et enfin au S.-O. la suite de la chaîne où nous sommes avec le pic silurien de Santa-Creu-d'Olorda à *Cardiola interrupta* coupé à son extrémité par le Llobregat et de l'autre côté du Llobregat le massif paléozoïque, triasique et crétacé de San-Boy, Begas et les premières collines des côtes de Garraf.

Au col de Vallvidrera, nous reprenons les voitures, en traversant les schistes maclifères plongeant toujours vers le nord et traversés de filons porphyriques, jusqu'à l'entrée du faubourg de Sarriá bâti au flanc de la chaîne, sur le limon quaternaire travertineux, qui masque le granite. Nous nous dirigeons ensuite vers Esplugas par le hameau de Pedralbes, où nous quittons les voitures. Là, nous trouvons le granite typique, dur, qu'on exploite pour le pavage de Barcelone. Il est traversé par des filons de granulite et de porphyrite avec chalcopyrite. Au-delà nous voyons les schistes cristallins noirs, dont nous avons déjà parlé, avec de beaux et nombreux cristaux d'andalousite en aiguilles et de gros grains de quartz. Marchant toujours vers le sud-est et traversant le col de Finestrellas, nous arrivons à l'ancien littoral pliocène du ravin Pujal d'Esplugas dont les dépôts sont la suite de ceux que nous avons visités le premier jour dans le faubourg de Sans.

Afin de gagner du temps, nous avons laissé de côté le contact du

granite avec les dépôts littoraux constitués aux dépens du granite, sorte d'arkose qui se voit en amont du ravin. En aval, dans la berge gauche, à côté de Torre Marina, la Société a pu voir un dépôt tout à fait littoral d'Astien moyen de composition bien différente de celui qu'on a vu à Sans, puisqu'ici les éléments sont grossiers, tandis que, à Sans, ils sont au contraire assez fins ; ici nous voyons la base côtière, elle est sableuse, là-bas, elle est marneuse, car le niveau est plus élevé et la côte était plus éloignée. Les couches dans ce ravin plongent toutes vers le S. Voici la coupe relevée de bas en haut (fig. 14) :

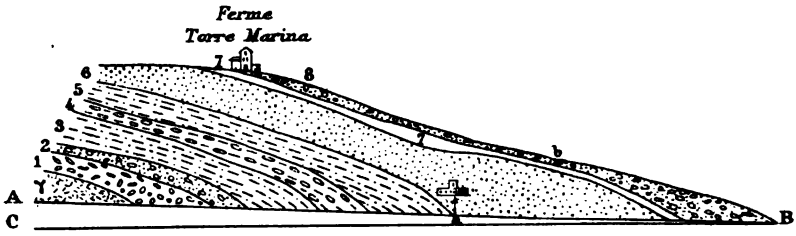


Fig. 14. — Coupe de la rive gauche du ravin Pujal d'Esplugas (Astien). Longueur : 250 mètres.

a, Machine à élever les eaux ; b, Route de l'Etat.

γ Granite altéré.

1. Granite décomposé et consolidé en une sorte d'arkose dure. . . . 4m00

2. Couche mince inférieure de brèches et de galets la plupart quartzeux provenant du ravinement des schistes cristallins. 0m20

3. Banc de gravier et de sables grossiers quartzeux grisâtres, avec débris de fossiles marins littoraux, formé aux dépens du granite voisin. 3m00

4. Brèche supérieure et galets de rivage de granite, de porphyre, de schistes cristallins et de quartz avec *Ostrea* et *Pecten* adhérents, débris et empreintes de fossiles marins. L'ensemble est consolidé par un ciment calcaire. . . 2m00

5. Sable grossier quartzeux avec débris de fossiles marins, littoraux, plus ou moins fortement cimentés, avec profusion de moules de Mollusques ; Gastropodes, Lamellibranches, Brachiopodes et Polypiers *(Flabellum)*. Les *Ostrea (O. Companyoi)* et *Anomia (A. ephippium)* et surtout les *Pecten (P. scabrellus, P. Bollenensis, P. pusio, P. pesfelis, P. Restitutensis)*. *Janira (J. Stassanensis, J. benedicta)* y sont abondants avec leur test. 2m50

6. Sables argileux jaunâtres, limoneux, sans fossiles. C'est le niveau supérieur du Pliocène moyen ou Astien. A 1 kil. de là, à Las-Corts-de-Sarriá, dans le forage d'un puits, on a trouvé dans cette même couche une molaire de *Mastodon* 15m00

7. Dépôt tout-à-fait littoral marno-sableux avec nodules de calcaire, plus clair, à *Lithothamnium* 0m75

8. Manteau de limon quaternaire avec nodules travertineux. 0m60-2m00

Dans ce ravin, on ne voit pas les argiles bleues plaisanciennes qui se montrent dans le profond ravin voisin à Esplugas. La Société n'a pas eu le temps de le visiter ; mais nous verrons demain cette assise parfaitement caractérisée à Papiol, puisque la mer pliocène remontait la vallée du Llobregat au-delà de cette ville (fig. 15).

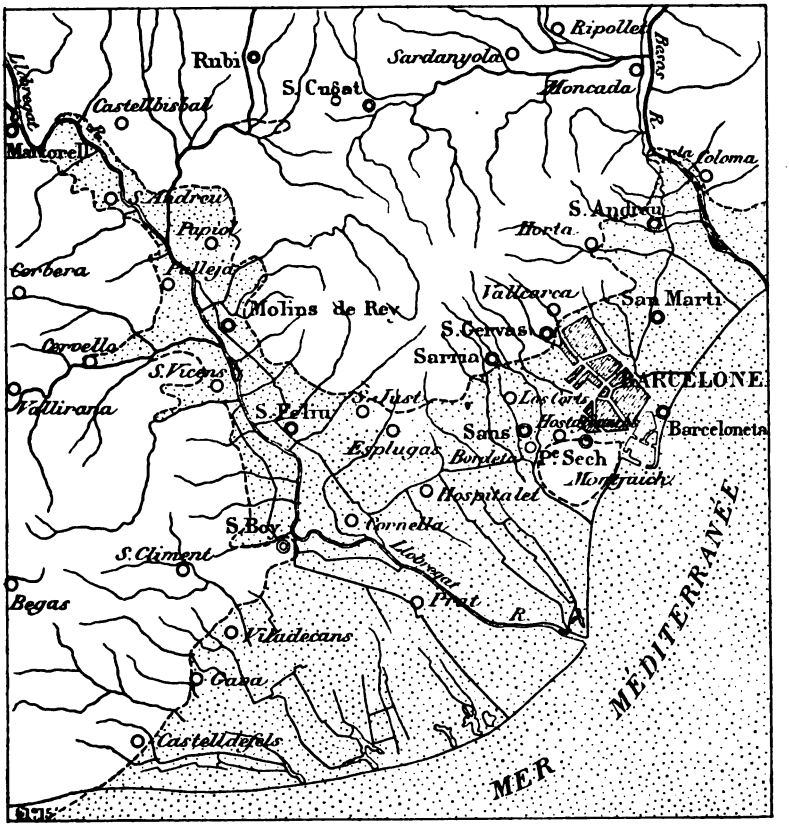


Fig. 15. — Limites de la mer pliocène aux environs de Barcelone et dans le bassin de la Llobregat. — Echelle 1/200.000.

Cependant le Plaisancien serait peut-être représenté ici par les couches d'arkose et les dépôts bréchoïdes inférieurs. Ceux-ci sont synchroniques des brèches et des galets à faciès torrentiel du ravin voisin de l'Albarèda et d'autres ravins latéraux, qui aboutissent au Llobregat et dans lesquels, ainsi que dans ceux de la Tet et de la

Tech (Roussillon), on trouve la faune des argiles bleues. En effet, dans les brèches et les galets anciens du ravin Albarèda on voit, comme dans les ravins du Roussillon, des *Polypiers, Ostrea, Pecten*, etc., qui y ont vécu, et où l'argile bleue, qui forme la base de l'assise des marnes bleues riches en mollusques littoraux, pénètre dans les couches de ces cailloutis fort inclinés vers la rivière et grossièrement cimentés. Dans ce cas il est évident que l'horizon des cailloutis d'Albarèda ne serait représenté ici que par les minces couches reposant directement sur le substratum général de la contrée, tandis que l'horizon des marnes bleues fossilifères doit se trouver à une plus grande profondeur et plus loin de la côte. Par conséquent, dans cette berge nous n'avons que l'Astien moyen marin correspondant (partim) aux assises des argiles sableuses grises et des sables gris à *Pecten scabrellus* de Millas. La zone des argiles sableuses grises est représentée par un dépôt de sables marneux un peu consolidés et plus grossiers, caractérisé par la présence de *Cerithium varicosum*, *Bittium reticulatum* var. *paludosum*, qui font défaut dans l'horizon des marnes bleues et par l'absence de *Venus islandicoides* très fréquents dans celles-ci ; l'horizon des sables gris à *Pecten scabrellus* est caractérisé par son faciès plus grossier et par la même espèce de *Pecten*. Ailleurs, la plupart des espèces sont communes aux deux niveaux des marnes bleues et des sables jaunâtres fins.

Cet horizon à *Pecten* est surmonté dans le ravin d'Esplugas par une couche de sables fins, argileux, jaunes, qu'on exploite pour la briquetterie, caractérisée par l'abondance d'empreintes végétales, qu'on y trouve, accompagnées d'Oursins (moules), de Polypiers, de Mollusques et de Crustacés. Il semble que le niveau inférieur de la couche limoneuse, dépourvue de fossiles, qui apparaît dans le ravin Pujal, corresponde à l'horizon à végétaux du ravin d'Esplugas.

Voici la liste des espèces animales et végétales trouvées dans les couches du Pliocène moyen :

ANIMAUX.

MOLLUSQUES

Strombus coronatus Defr., *c.*
Murex imbricatus Broc., var. *Gratiensis* Alm. et Bof., *r.*
Persona tortuosa Bors., *r.*
Cancellaria hirta Broc., *r.*
Ficula geometra Bors., var. *Dubreuili* Font., *c.*
Fusus cinguliferus Jan, *r.*
Nassa limata Chem., *r.*
» *serraticosta* Bronn., *c.*
» *incrassata* Müller, *c.*
Phos polygonum Broc., *r.*
Galeodea echinophora Lmck., *c.*
» *stephaniophora* Font., *r.*

Conus pelagicus Broc., *c.*
» *turricula* Broc., *c.*
» *antidiluvianus* Broc., *r.*
Pleurotoma (*Homotoma*) *reticulata* Renieri, var. *Bollenensis* Font., *r.*
» (*Mangilia*) *clathrata* M. de Ser., *r.*
» (*Raphitoma*) *brachystoma* Phil., var. *Comitatensis* Font., *c.*
Mitra striatula Broc., var., *c.*
» *obsoleta* Broc., *r.*
Natica millepunctata Lamck., var. *raropunctata* Sassi, *c.*
Cerithium varicosum Brochi, *c.*
Cerithiolum scabrum Olivi, var. *Comitatensis* Font., *cc.*
Cerithiopsis tubercularis Montagu, *cc.*
Bittium reticulatum Da Costa, var. *paludosa* Bucq., Daut. et Doll., *ccc.*
Turritella Rhodanica Font., *c.*
» *communis*, var. *Ariesensis* Font., *c.*
Vermetus arenarius Lin., *c.*
Siliquaria anguina Lamck, *r.*
Scalaria tenuicostata, var. *Michaudi* Font., *c.*
Rissoina pusilla Broc., *cc*
» *decussata* Montagu, *c.*
» *Bruguierei* Payreaudeau, *cc.*
Turbo tuberculatus M. de Ser., *c.*
Trochus (*Zizyphinus*) *strigosus* Gmel., *c.*
» (*Zizyphinus*) *opisthostenus* Font., *c.*
» (*Gibbula*) *magus* Lin., *c.*
Fissurella græca Lin., *c.*
Calyptræa chinensis Lin., *r.*
Dentalium Delphinense Font., *r.*, etc.

LAMELLIBRANCHES

Ostrea Companyoi Font., *c.*
Anomia ephippium Lin., *cc.*
Pecten latissimus Broc., var. *latior* A. et B.
» *restitutensis* Font., *r.*
» *scabrellus* Lamck., *c.*
» *Bollenensis* Font., *cc.*
» *sub-Labnæ* Alm. et Bof., *c.*
» *pusio* Lin., *c.*
» *pes-felis* Lin., *c.*
» *benedictus* Lamck., *r.*
» (*Janira*) *Stazzanensis* M., *r.*
» (*Vola*) *Jacobæus* Lin , *c.*
» (*Pleuronectia*) *crisiatus* Br. *c.*
Lima hians Gmelin, var. *tenera* Turton, *r.*
Hinnites Ercolanianus Cocconi, *c.*
Modiola Sanctensis Alm. et Bof., *c.*
Arca Noæ Lamck., *c.*
» (*Anomalocardia*) *diluvii* Lamk. *cc.*
» (*Barbatia*) *lactea* Lin., *c.*
Pectunculus glycimeris Lin., *cc.*
P. bimaculatus Poli, *c.*
Yoldia nitida Broc., *c.*
Chama gryphoides Lin., *c.*
Axinus rostratus Pecchioli, *r.*
Lucina cfr. *leonina* Bast., *r.*
» (*Loripes*) *leucoma* Turton, *r.*
Cardium hians Broc., *c.*
» *multicostatum* Broc., *c.*
» *speluncense* Alm. et Bof., *r.*
» *papillosum* Poli, *cc.*
» (*Lævicardium*) *oblongum* Chem., var. *Comitatensis* Font., *c.*
» (*Lævicardium*) *cyprium* Broc., *c.*
» (*Lævicardium*) *cyprium* Broc., var. *Millasensis* Font., *c.*
Isocardia cor Lin., *cc.*
Cardita Bollenensis Font., *cc.*
Cardita Rubricatica Alm. et Bof., *c.*
Venus ovata Pennant, *cc.*
» *multilamella* Lamck, *c.*
» *multilamella* Lamck., var. *minor* Almera et Bofill, *c.*
» *scalaris* Bronn, *c.*
» *rhysalea* Font., *c.*
» *verrucosa* Lin., *r.*
Cytheræa chione Lin., *c.*
C. rudis Poli, *c.*
Lutraria Sanctensis Alm. et Bof., *r.*
Tellina serrata Ren., *c.*
» *donacina* Lin., *c.*
» *compressa* Broc., *r.*
» *nitida* Poli, *r.*
» *ventricosa* M. de Serres, *r.*

Arcopagia cingulata Font., *r.*
Psammobia Ferroensis Chem , var. *pyrenaica* Font., *c.*
» *uniradiata* Broc., *r.*
Syndosmya alba Wood, *r.*
Scrobicularia plana da Costa, var. *piperata* Gmelin, *r.*
Erolia pusilla Philippi, *c.*
Corbula gibba Olivi, *cc.*
» *revoluta* Broco , *r.*
Neœra cuspidata Olivi, *r.*
Thracia Spelunciana Alm. et Bof , *c.*
T. ventricosa Philippi, *r.*
Pandora cf. *flexuosa* Sow., *r.*, etc.

Brachiopodes.

Terebratula biplicata Broc., *r.*
Terebratulina caput serpentis Lin., *r.*
Argiope decollata Chem., *r.*
Megerlia truncata Lin., *c.*
Thecidea Mediterranea Risso, *r.*

Polypiers, Radiaires et Foraminifères.

Flabellum avicula Michelin, *c.*
» (*Turbinolia*) *cuneatum* Mich., var. *anceps* Godd., *c.*
Cidaris tribuloides Lem., *c.*
Clypeaster Scillæ des Moulins, *r.*
Testilaria sagittula Def., *c.*
Clavulina communis d'Orb., *rrr.*
Bulimina pyrula d'Orb., *cc.*
» *aculeata* d'Orb., *r.*, etc.

PLANTES

Chamœrops humilis Lin. ?
Liquidambar europœum A. Br., *r.*
Populus attenuata A. Br., *r.*
» *tremula* Lin., *r.*
» *alba* Lin., *r.*
» *mutabilis* Heer., r.
Salix denticulata Heer., *c.*
» *angusta* A. Br., *c.*
Fagus sylvatica Lin., *c.*
Myrica salicina Ung., *c.*
» cf. *Gale* Lin., *r.*
Carpinus grandis Ung., *c.*
Quercus nœrifolia Heer., *r.*
» *Heerii* A. Br., *r.*
» *elœna* Ung., *c.*
» *myrtilloides* Ung., *r.*
» *drymeia* Ung., *r.*
» *Charpentieri* Heer., *r.*
» *Gmelini* Heer., *c.*
» *ilex* Lin., *c.*
» aff. *ilex*, *r.*
» *Cornaliœ* Mass., *r.*
Ulmus Braunii Heer., *r.*
» sp., *r.*
Castanea vulgaris Lin. ?, *r.*
Ficus multinervis Heer., *r.*
Ficus lanceolata Heer., *c.*
Platanus aceroides Gœp., *cc.*
Laurus canariensis We., *cc.*
» *nobilis* Lin., *r.*
» *Swoizoviciana* Heer., *r.*
» *Agathophyllum* Ung., *r.*
Persea Braunii Heer., *c.*
Oreodaphne Heerii Gaud., *cc.*
» *fœtens* Nees, *r.*
Benzoin antiquum Heer., *r.*
Sassafras Ferretianum Mass., *r.*
Cinnamomum Scheuchzeri Heer., *r.*
» *lanceolatum* Ung., *r.*
Daphnogene Ungeri Heer., *c.*
Eleagnus acuminata ? Web., *r.*
Andromeda protogea ? Ung., *r.*
Diospyros protolotus Sap. et Mar., *r.*
» *brachysepala* A. Br., *cc.*
« aff. *brachysepala*, *r.*
» *anceps* Heer., *r.*
Nerium oleander Lin., *c.*
Fraxinus ornus Lin., *c.*
Cornus Mastagnii Mass., r.
» *Buchii* Heer., *r.*
Magnolia grandiflora, *r.*
Terminalia Radobojensis Ung. *r.*

Acer trilobatum A. Br., *c.*
» *opulifolium* Will., var. *pliocenica*, *r.*
» *pseudocampestre* Ung. ?, *r.*
» *pseudocreticum* Rer., *r.*
Sapindus dubius Heer., *r.*
Celastrus cassinoides L'Her., *r.*
» *gardonensis* Sap. et Mar., *r.*
Ilex af. *Canariensis* Web., *r.*
» *Viviani* Gaud. ?, *r.*
» *stenophylla* Heer., *r.*
Rhamnus Gaudini Heer., *r.*
Rhus Heufleri Heer., *r.*
» *Meriani* Heer. ?, *r.*
Juglans vetusta Heer., *c.*
» *acuminata* A. Br., *r.*
Buxus pliocenica Sap. et Mar., *c.*
Buxus sp.
Robinia Regeli Heer., *cc.*
» *crenata* Ung., *r.*
Palæolobium Sotzkianum Ung., *r.*
Leguminosites ellipticus Heer., *r.*
Phyllites juglandinus Heer. ?, *r.*
Cassia Berenices Ung., *r.*
» *Fischeri* Heer., *c.*
» *phaseolites* Ung., *c.*
» *lignitum* Ung., *r.*

Sur ce niveau fossilifère reposent, comme nous l'avons dit, des argiles limoneuses avec absence de fossiles marins. C'est à ce niveau qu'a été trouvée autrefois, dans un puits du faubourg de Las Corts de Sarria, par le docteur Lletget, une molaire de *Mastodon* (*Mastodon arvernensis* Croiz. et Job. ?) et c'est précisément à ce niveau que cette espèce se rencontre dans le Roussillon, accompagnée d'autres Vertébrés.

Tous ces dépôts sont recouverts par un manteau général de lehm noduleux quaternaire.

La Société est arrivée à la route de Barcelone à Tarragone par laquelle elle a gagné Sans, où elle a pris le tramway. Dans le parcours du ravin Pujal à Sans, fait à pied, elle a pu voir encore dans les tranchées ouvertes pour la construction de la route, le niveau supérieur du Pliocène moyen limoneux, jaunâtre ou blanchâtre, recouvert à son tour par le quaternaire.

Observations comparatives relatives à la faune et à la flore du Pliocène moyen.

Si nous faisons la comparaison des espèces végétales trouvées dans nos terrains pliocènes avec les types indigènes actuels, nous verrons que les types communs à ces deux époques sont bien rares, tandis que les espèces de Mollusques communs aux mêmes époques sont nombreuses.

Il ressort clairement de ce fait que le monde végétal a eu durant les temps tertiaires une évolution inverse de celle du monde malacologique marin. Cette différence de processus entre les mutations de la faune malacologique marine et de la flore continentale n'a rien d'étonnant, si nous considérons comment a dû procéder la

nature pour la vie et le développement de ces deux groupes d'organismes. Ainsi, depuis les temps miocènes, la mer Méditerranée, de même que la région du Rhône et d'autres contrées de l'Europe, étant soumises aux oscillations du continent, recula ses limites de quelques kilomètres. Elle est demeurée en cet état durant un long espace de temps ; mais ensuite un nouvel affaissement des continents lui permit d'envahir de nouveau une partie du terrain dont elle avait été dépossédée. Durant ce long espace de temps, les conditions biologiques de la faune malacologique marine éprouvèrent de telles modifications qu'un certain nombre d'espèces des mers miocènes ne purent survivre à ces perturbations et atteindre les temps pliocènes.

La flore, au contraire, les perturbations ne persistant point, put supporter cette variation de régime climatologique. Les mêmes espèces se continuent à travers les époques tortonienne, pontienne et messinienne, conservant leur physionomie miocène plus facilement que dans la région plus troublée des Alpes.

Ainsi s'explique le faciès relativement archaïque de notre flore pliocène, puisqu'elle contient un plus grand nombre de types de la mollasse (décrits et figurés par Heer) que son équivalente de la région du Rhône. Au lieu donc de constituer par ses caractères naturels un terme moyen par lequel la flore miocène se lie à la flore actuelle de notre contrée, elle offre un cachet particulier qui la sépare davantage de la flore indigène vivante et la rapproche de la flore miocène et par conséquent de celle des régions chaudes et subtropicales avec laquelle cette dernière présente de grandes affinités.

C'est ce qu'ont reconnu des spécialistes, tels que de Saporta et M. l'abbé N. Boulay, qui ont eu l'amabilité de déterminer nos échantillons. Ainsi, le premier, en s'appuyant sur les plantes de notre flore pliocène, leur attribuait un âge plus ancien et ajoutait : « ces plantes présentent les éléments d'une végétation plus caracté-
» ristique que celle qui existait à la même époque dans l'Europe
» centrale, bien qu'offrant diverses espèces incontestablement
» spéciales à notre région. »

M. l'abbé Boulay affirme que l'ensemble de notre végétation pliocène présente un aspect plus archaïque et plus semblable au Miocène (Tortonien ou Helvétien), comme nous l'avons dit, que celle qui se rencontre dans les couches synchroniques de la vallée du Rhône, quoique la ressemblance entre les deux flores pliocènes soit bien grande. Cependant, il est certain que la flore indigène actuelle diffère de notre flore pliocène beaucoup plus que celle de la

région du Rhône à la même époque, car nous n'avons reconnu que deux espèces communes à notre flore pliocène et à l'actuelle, tandis que l'on compte une douzaine d'espèces communes à la flore actuelle de la vallée du Rhône et à la flore pliocène de la même vallée.

Origine de la flore du Pliocène moyen.

De toutes les espèces végétales énumérées dans la liste ci-dessus il en est à peine une qui soit originaire de notre région ; toutes les autres existaient auparavant dans les contrées du Nord de l'Europe qui durent avoir, à d'autres époques, un climat plus chaud et plus humide que celui d'aujourd'hui. Au cours des siècles, sans que la cause en soit connue, le refroidissement de la croûte terrestre, plus accentué dans les régions boréales que dans les nôtres, y abaissa la température et la flore fut obligée d'émigrer et de chercher un refuge dans l'Europe centrale aux époques miocène et pliocène.

Par contre, les espèces de Mollusques, bien que quelques-unes soient originaires du Nord de l'Europe, existaient pour la plupart déjà dans nos mers à l'époque miocène et quelques-unes même avant : par conséquent, c'est dans les mers de l'Europe méridionale qu'elles ont fait leur première apparition.

Mais ces modifications climatologiques s'étant produites dans l'Europe centrale et méridionale vers la fin des temps tertiaires, les végétaux et les animaux qui, à cette époque, existaient dans notre région, se réfugièrent dans les contrées plus chaudes et plus humides de l'Orient, des côtes d'Afrique et des îles Madère, Canaries et Açores. D'ailleurs cette émigration de végétaux et d'animaux propres à nos régions à cette époque-là, dans d'autres pays plus chauds et plus humides, est un indice évident que le climat de nos contrées a bien changé et qu'il était pendant les périodes miocène et pliocène plus chaud et plus humide qu'actuellement, en un mot plus semblable à celui qui règne sur les côtes et dans les îles de l'Atlantique.

M. **Bergeron** n'hésite pas à rapporter la série des calcaires paléozoïques de Montcada à tout le Dévonien. Il y a reconnu les caractères lithologiques des différents termes de ce terrain tels qu'ils existent dans la Montagne Noire et disposés dans le même ordre de succession. Si la Société a rencontré, à plusieurs reprises, en gravissant la colline, des calcaires avec les caractères des griot-

tes du Dévonien supérieur, c'est qu'il y a des plis ramenant les mêmes termes; le fait est rendu certain par de semblables retours de l'horizon à Graptolites du Gothlandien. Quant aux schistes à *Leptæna corrugata* vus à la partie supérieure de la colline, ils ne sont pas intercalés au milieu des calcaires griottes, mais ils forment un simple placage sur ces derniers, placage dû à des plissements et à des étirements.

M. Bergeron ajoute qu'à Vallcarca, les lydiennes qui apparaissent au-dessus de la série dévonienne doivent être rangées à la base du Culm. Dans la Montagne Noire et dans le Hartz, on retrouve les mêmes assises dans la même position. Dans cette localité, en faisant les assimilations proposées, il y aurait un anticlinal renversé sur un synclinal occupé par du Carbonifère. C'est dans l'axe de cet anticlinal et au contact du granite que se voit le calcaire métamorphisé; il doit être géorgien et les schistes maclifères représenteraient le reste du Cambrien et le Silurien.

M. **Carez** ajoute qu'il a vu dans un grand nombre de localités des Pyrénées françaises des marbres griottes identiques à ceux de Montcada, marbres griottes que presque tous les géologues considèrent comme dévoniens.

Le Président croit que le faciès de griotte n'est pas caractéristique du Dévonien ; il a trouvé dans ces calcaires *Cardiola interrupta*.

M. **Bergeron** fait remarquer que dans les calcaires à *Gephyroceras intumescens* de Cabrières, il y a une *Cardiola* très voisine de *Cardiola interrupta*, et que c'est grâce aux *Goniatites* qu'il a pu en faire sûrement du Dévonien.

M. **Stuart-Menteath** présente les observations suivantes *sur deux points de la tectonique des Pyrénées.*

Depuis dix ans on a constamment nié l'existence de synclinaux exotiques et affirmé l'existence d'anticlinaux de ce genre dans la tectonique des Pyrénées.

En Catalogne nous avons vu dans les dernières excursions des synclinaux de griotte dans le Silurien de Montcada. A Cardona un pli anticlinal, placé entre des plis similaires tant au nord qu'au sud, nous a montré le faciès salifère de la base de l'Oligocène, différencié seulement de ces affleurements du même terrain gypseux par la présence du sel et des plissottements qui accompagnent partout les affleurements de cette matière soluble.

Depuis 1885 je maintiens l'âge crétacé supérieur du calcaire figuré comme Cambrien, dans toutes les cartes géologiques des Pyrénées auxquelles je n'ai pas collaboré.

Les seules coupes publiées à l'appui de cette thèse sont celles de M. Beaugey dans le *Bulletin Soc. Géol. de France*, tome XIX, page 94.

Je viens de trouver à la base du calcaire paléozoïque inférieur figuré dans les coupes de M. Beaugey, des Rudistes abondants du Crétacé supérieur et les mêmes polypiers qui accompagnent les Hippurites à Miegebat, au sud des Eaux-Chaudes; l'affleurement de ces calcaires qui se présente sur un kilomètre de long entre Pla Ségounne et la mine d'Anglas est très fossilifère, précisément vers la base du calcaire signalé comme *dalle* paléozoïque par M. Beaugey.

J'ai indiqué l'endroit au garde de la mine d'Anglas, lequel garde habitant les bâtiments du bocard de Gourette peut montrer l'endroit à tout géologue qui visitera les Eaux-Bonnes.

On peut donc facilement s'assurer que le calcaire qui, entre l'Océan et Cauterets, occupe le milieu des Pyrénées, appartient au Crétacé supérieur et nullement Cambrien.

Il s'ensuit que dans toute la chaîne on trouve des synclinaux de tout âge reposant sur le Silurien et paraissant, à première vue, contemporains ou antérieurs à cette formation. Comme au Pic de Montcada, ces synclinaux de calcaire sont en complète discordance, et présentent tous les terrains et surtout le Crétacé.

Mais l'inverse de cette constatation me paraît absolument sans preuves, et je ne puis voir à Cardona autre chose que l'affleurement du terrain gypseux qui se montre de la même façon tant au sud à Suria qu'au nord à San-Juan de las Abadesas avec la même direction, la même tendance à se renverser au sud, et les plissotements ordinaires des mines de sel.

La séance est levée à 10 heures.

Séance du 7 Octobre 1898, à Villafranca

PRÉSIDENCE DE M. ALMERA.

La séance est ouverte à 8 h. 1/2, dans une salle du Cercle agricole de Villafranca, mise gracieusement à la disposition de la Société.

Le Président présente et proclame membre de la Société M. **Stubbs**, directeur de mines à Almeria, présenté par MM. Stuart-Menteath et Bergeron.

Le Président fait en catalan, pour l'assistance qui ne comprendrait pas le français, le compte-rendu des excursions des 4, 5, 6, 7 octobre, compte-rendu repris en français par M. Depéret.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU MARDI 4 OCTOBRE, A CASTELLBISBAL ET A PAPIOL,

par M. **J. ALMERA.**

Le 4 octobre, de grand matin, la Société prend le train pour Papiol. La ligne suit la rive droite du Llobregat, et chemin faisant on aperçoit le Pliocène qui borde les côtés sud et sud-ouest du massif ancien (fig. 16, coupe générale, p. 767). Il se compose d'argiles bleues, puis de marnes gris-clair, surmontées d'argiles sableuses jaunes, à empreintes végétales, le tout recouvert par un conglomérat qui représente le niveau le plus élevé du Pliocène.

De la gare de Papiol, la Société s'est dirigée à pied vers les couches à *Congéries* de Castellbisbal, à 3 kilomètres de là. A côté de la gare, on trouve l'Aquitanien lacustre, rouge, bréchifère, qui, dans toute la contrée, sert de substratum à l'Helvétien marin. De l'autre côté de la rivière apparaît le Trias qui forme une falaise entre Palleja et San-Andreu-de-la-Barca, où l'on distingue nettement ses trois termes. Le Grès bigarré constitue le promontoire qui s'avance vers la rivière, appelée Roca de Droc ; le Muschelkalk y est exploité pour la fabrication de la chaux ; au-dessus des argiles gypsifères s'étend le calcaire à Fucoïdes du Keuper formant le

plateau de Montmany-de-la-Penya.

En suivant la voie du chemin de fer on traverse d'abord un dépôt de lehm actuel de la rivière, puis l'Aquitanien marno-gréseux rouge ou violacé, gypsifère, à *Helix Moroguesi*, *Acerotherium lemanense*, Blainv., *Sciurus Feignouxi* Pom.

Au niveau de la ferme Casas-del-Riu le petit promontoire aquitanien est coupé par la voie et on voit les couches plonger vers le nord ; au-delà ces couches deviennent horizontales, plus loin encore au-dessous de Castellbisbal, elles plongent vers le sud-est, tandis que de l'autre côté de la colline paléozoïque de Martorell elles plongent au nord-ouest, formant en ce point un anticlinal très net. A côté de la ferme Casas-del-Riu, les couches aquitaniennes sont traversées en tous sens par de minces veinules de gypse blanc et ce fait se voit aussi en plusieurs autres points. Cette formation a une épaisseur de 150 mètres et occupe une surface importante. M. Vézian le premier (1856) l'a décrite et étudiée ; en 1881, M. Carez et en 1882 MM. Thos y Maureta ont repris cette étude.

Cette formation borde le

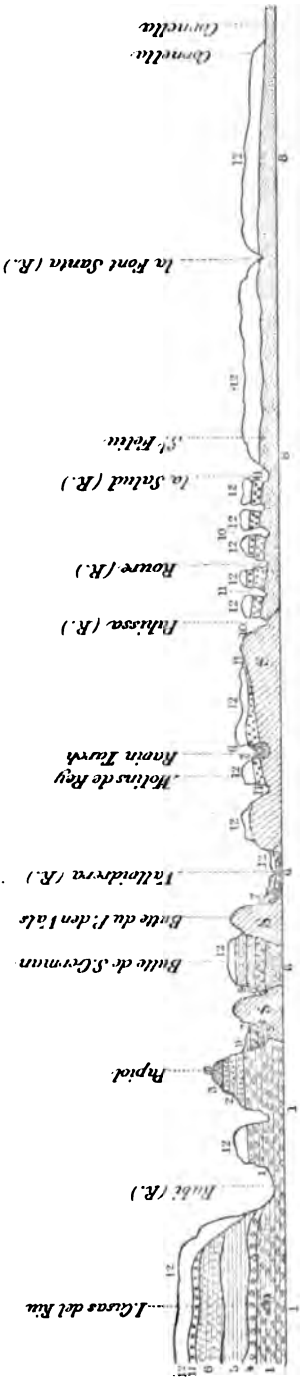


Fig. 16. — Coupe générale relevée sur le thalweg de la rive gauche de la Llobregat. — Echelle 1/80.000.

S, Schistes silluriens à *Graptolites* ; 1, Poudingues aquitaniens ; 2, Brèche infra-helvétienne ; 3, Calcaire helvétien ; 4, Poudingue tortonien ; 5, Couches à *Congéries* ; 6, Argiles plaisanciennes à *Nassa semistriata*, etc. ; 7, Argiles grises fossilifères ; 8, Sables jaunes astiens à *Ostrea cochlear* ; 9, Sables sans fossiles, avec limonite ; 10, Conglomérats ; 11, Alluvions (lehm) et brèches ; 12, Quaternaire : limons et argiles.

flanc nord de la chaîne littorale dans le bas Vallès et le bas Panadès et est visible de San-Cugat-du-Vallès à l'est à San-Sadurni-de-Noya à l'ouest.

Au delà de Papiol, sur la colline silurienne du Pi-den-Vals, le faciès en est très littoral, ce qui indique que le rivage était proche.

La composition de ces couches est extrêmement variable, mais la couleur rougeâtre est constante, quelle que soit la composition. Les grès, grossiers ou fins et argileux, dominent dans cette épaisse masse, mais ils ne forment jamais des bancs bien puissants et sont entremêlés de conglomérats également très abondants, surtout à la partie inférieure.

Ceux-ci se composent de cailloux roulés de dimensions très diverses; les roches de tous les âges s'y trouvent représentées, mais les schistes sont beaucoup plus abondants que les autres, ce qui se comprend facilement, puisqu'ils entourent de toutes parts le dépôt lacustre. Les conglomérats ne sont pas distincts des grès auxquels ils passent latéralement.

Un troisième élément, d'importance à peu près égale pour la composition de ce terrain, est fourni par des marnes argileuses soit rouges, soit bleuâtres, qui s'intercalent au milieu des grès et des conglomérats.

Mais le point où la composition et la constitution stratigraphiques de cette formation lacustre se présente d'une façon plus exacte et plus complète est dans la très belle coupe du moulin Calope, situé au bord de la rivière de Rubi, à 4 kilomètres au sud du village de ce nom : elle aboutit au Llobregat à Papiol. La Société n'a pas eu le temps de la visiter.

Là, les couches lacustres sont supportées par le terrain schisteux du flanc nord de la montagne de San-Père-du-Papiol. On peut y distinguer trois assises.

La *première assise* débute par un conglomérat à éléments assez volumineux, les uns schisteux, les autres calcaires, et à pâte marneuse d'un rouge brunâtre. Cette assise occupe la rive gauche de la rivière de Rubi, qui la baigne légèrement et la sépare de la falaise Calope située sur la rive droite. Ce dépôt occupe le même niveau et probablement est le même que celui qui se voit aux environs de la ferme Bell de San-Cugat-du-Vallès plus à l'est, et au-dessous de la ferme Salvi de San-Andreu-de-la-Barca sur la rive droite du Llobregat séparant aussi les schistes paléozoïques vers l'ouest. C'est aussi probablement le même que celui que l'on trouve au sommet des montagnes triasiques de Gelida plus à l'ouest. Il semble qu'on

doive le rapporter à cause de la composition et des relations avec les terrains qui le surmontent au niveau du dépôt de poudingue le plus élevé du Montserrat.

Plus haut le conglomérat ne renferme plus de débris schisteux (tongriens ?) et cesse de faire effervescence avec les acides : il passe à un psammite bien caractérisé, qui se présente en bancs d'un mètre d'épaisseur alternant avec des lits très minces d'argile.

A mesure qu'on s'élève dans la falaise, les psammites diminuent tandis que les argiles augmentent et finissent par rester seules, les psammites ayant disparu. Leur nuance, comme nous l'avons dit, est uniformément d'un rouge vineux ; de près on y remarque de distance en distance des taches bleuâtres qui quelquefois sont un indice d'ossements fossiles. Au milieu de l'assise supérieure sont de grandes fissures remplies de gypse fibreux. C'est dans cette assise que nous avons découvert le *Sciurus*, l'*Acerotherium* et l'*Helix Moroguesi*. Les bancs les plus argileux sont exploités. La Société a vu à Papiol des wagons chargés de cette argile.

La *deuxième assise* se distingue par un changement brusque dans la couleur et la composition des couches : l'argile rougeâtre est remplacée par une marne jaune ou grise alternant avec des couches calcaires, d'abord minces, puis de deux à trois mètres d'épaisseur. Ce calcaire est subcompact, de texture un peu grenue, à cassure inégale ; il est caverneux et souvent les vacuoles sont tapissées de cristaux de calcite. Il dégage sous le choc du marteau l'odeur d'hydrogène sulfuré. Il renferme des empreintes de *Planorbes* et de *Bithynies*. C'est lui qui constitue le sommet du talus qui nous fournit cette coupe.

Il semble que c'est à ce niveau qu'on doive rapporter le dépôt marneux d'eau douce existant de l'autre côté du Llobregat tout près de la ferme Salvi et du hameau Palau (San-Andreu-de-la-Barca) avec *Cyclostoma* sp., *Limnæa pachygaster* Thomæ, *L. subbullata* Font., *Planorbis declivis* Braun., *Hydrobia Dubuissoni* Bouill., etc. Ce dépôt repose sur le conglomérat précité.

La *troisième assise* est formée par des couches, de 2 à 3 mètres de puissance, de psammite alternant avec des bancs d'argile d'épaisseur presque égale ; sur certains points ils passent au conglomérat polygénique. Cette assise est bien représentée auprès de Castellbisbal, où elle forme au bord du Llobregat un escarpement à pic. C'est la couche qui supporte le village.

C'est dans cet escarpement que se trouvent les couches à Congéries. Aussi à peu de distance au delà de la ferme Casas-del-Riu, la Société

a quitté la voie tournant à droite et remontant par un court ravin la falaise aquitanienne, pour atteindre les couches à *Congéries* qui occupent, au fond de l'anse, un niveau supérieur à la voie. Elles surmontent l'Aquitanien de la zone moyenne et buttent contre les dépôts du niveau supérieur. Elles sont adossées à l'escarpement supérieur de ce terrain, qui contraste vivement par sa nuance rouge avec la coloration blanchâtre des marnes à *Congéries* (Messinien). M. Vezian a vu ce dépôt sans avoir pu y trouver de fossiles (1).

En remontant la falaise on relève la coupe suivante de bas en haut (fig. 17) :

1° A la base l'Aquitanien rouge *(m)* formant la falaise qui atteint 150 mètres de hauteur en amont où les couches à Congéries ont été enlevées par les érosions. Il constitue la colline nommée La Gatxarella.

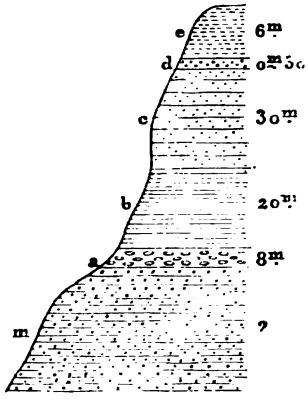


Fig. 17. — Coupe des couches à Congéries de la colline de la Gatxarella de Castellbisbal.

m, Conglomérat lacustre aquitanien avec alternance d'argiles rouges à *Acerotherium lemanense* ; a, Conglomérat de cailloux formé aux dépens du Pontien ; b, Couches à *Congéries* ; c, Niveau de sables mélangés avec l'argile à *P. Comitatus*, *O. cochlear* ; d, Agglomérat de cailloux supérieur ; e, Quaternaire : lehm noduleux, travertineux.

Au-dessus du gradin qui forme l'Aquitanien, près de la falaise, on y voit :

1° Un poudingue polygénique *(a)* de 8 mètres d'épaisseur, dont la plupart des éléments sont calcaires, formé aux dépens du Pontien continental, qui surmonte directement l'Aquitanien dans tous les points du Bas-Vallès et du Bas-Panadès, où l'Helvétien marin est absent, constituant soit des lambeaux, soit un manteau assez étendu.

2° Les couches saumâtres à *Congéries* et à *Cardium* caspiques (*b*) reposant directement sur le poudingue supporté lui-même par l'Aquitanien, comme la Société a pu le contrôler dans un des ravins, qui creusent les couches à *Congéries* en les coupant à pic et perpendiculairement à leur stratification. La Société les a reconnues identiques à celles de la Vallée du Rhône, surtout à celles de Théziers. Elles sont constituées par des lits marneux, jaunâtres, grisâtres, sableux, salifères à certains niveaux avec plaquettes de limonite et de gypse intercalées. Après

(1) *Op. cit.*, page 54.

la pluie, il apparaît à la surface des taches blanches qui sont des efflorescences de sel.

On y distingue trois assises :

1° Argile en lits minces (1 mètre) séparés par des sables fins en couches irrégulières. A la surface des lits d'argile, on y remarque des empreintes et quelquefois des tests très friables de *Congéries*, *Cardium*, *Planorbes* et *Melanopsis*. Ces empreintes de Mollusques sont accompagnées d'empreintes de plantes empilées les unes sur les autres, surtout du genre *Acer*, amenées sans doute par un courant qui se dirigeait vers l'estuaire. Quelques-unes ont dû subir une longue macération qui a détruit tout le parenchyme et le contour exact du limbe et même le prosenchyme. Ceci nous indique qu'avant de se fossiliser elles étaient restées au bord de l'eau, qui les a entassées, de telle sorte qu'il s'est produit ici le même phénomène que dans la vallée du Rhône, d'après ce que dit M. l'abbé Boulay dans sa *Flore pliocène des environs de Théziers*. Voici les espèces d'animaux et de végétaux recueillies dans cette assise :

Dreissensia sp. ind., *c.*
Melanopsis Neumayri Tourn., var. *Papiolensis* A. et B., *c.*
Cardium (*Limnocardium*), *c.*
» *semisulcatum* (*L.*) Rousseau, var. *Magdalenensis* Font, *r.*

ESPÈCES VÉGÉTALES

Algue voisine des *Chondritoides* L., *r.*
Equisetum sp., *r.*
Rhizocaulon recentior Lam.? *c.*
Typha latissima A. Brong., *c.*
Arundo Gœpperti Münst.
» *Ægyptiaca antiqua* Sap. et Mar.
Phragmites Œningensis Heer.
Populus mutabilis Heer., *c.*
» *canescens*, var. *pliocenica*, *r.*
» *alba* Lin.
Salix angusta Heer., *c.*
» *integra* Gœpp., *c.*
» *varians* Gœpp.
Alnus stenophylla Sap. et Mar., *r.*
Betula sp.
Quercus ilex Lin.
Acer trilobatum A. Br., *cc.*
» *opulifolium* W., var. *pliocenica*, *r.*
Acer Nicolai N. Boulay, *cc.*
Rhus sp., *r.*

2° Argile blanchâtre, sableuse, avec plaquettes de limonite, se divisant facilement en lits parallèles (18 mètres). C'est l'horizon le plus fossilifère. On y remarque le tassement des petites *Congéries* et des *Cardium* d'une façon identique à celle de la vallée du Rhône. Elles sont en meilleur état de conservation et moins friables que l'assise inférieure. Voici les listes des espèces qu'on y recueille :

Nassa semistriata Broc., *rrr.*
Melania Tournouëri Fisch., var. *Ferreolensis* Font., *cc.*
» *Castrepiscopalensis* A. et B., *c.*
Melanopsis Neumayri Tourn., var. *Papiolensis* A. et B., *cc.*
» *Matheroni* Mayer.
» *impressa* Kraus.

Saccoia (*Hydrobia*) *congermana* Font., *cc.*
» *Escofleræ* Tourn., *r.*
» *præ-Escofleræ* A. et B., *r.*
Neritina micans Gaudry et Fisch, var. *Bollenensis* Font., *cc.*
Dreissensia subdubia A. et B., *c.*, = *unguiformis* A. et B., d'après M. Brusina, in litt.
Dreissensia dubia May., *c.*
» » var. *Rubricatica* A. et B.
» » var. *trigonula* A. et B.
Cardium Partschi May., *cc.*
» » var. *monopleura* Font.
» » var. *subrostrata* A. et B.
» » var. *subcatransversa* A. et B.
» » var. *Castrensis* A. et B.
C. (*Limnocardium*) *edule*, var. *Rastellensis* Font., *cc.*
» *edule*, var. *Bollènensis* Mayer, *cc.*
C. (*Limnocardium*) *Bollenense* May., var. *Sparcisulcata*, *r.*
» *Rubricati* A. et B.
» *semisulcatum* B., var. *Magdalenensis* Font., *r.*
» *prætenus* Mayer, var. *Catalaunica* A. et B., *r.*
» *tenue* Fuchs.
» *subtenue* A et B.
» *subtenue* A. et B., var. *integricosta* A. et B.
» *carinatum* Desh., var. *densecostata* A. et B.
» *carinatum* Desh., var. *magnocardo* A. et B.
» *carinatum* Desh., var. *minor* A. et B.
» *lævicosta* A. et B.
» *lectosis* Font.
Arcopagia Strohmayeri Hörn.?

3° Assise supérieure de sables verdâtres fins, sans limonite et sans fossiles (1m20).

c) Au-dessus vient une masse de sables marneux limonifères (*c*) avec *Pecten Comitatus* Font. et *Ostrea cochlear* Poli, très rares (30m).

d) Cette masse est surmontée d'un dépôt de cailloux (*d*) de toutes dimensions (de 0m50 à 0m04) (0m80).

e) Enfin le tout est couronné, ainsi que dans toute la contrée, par le manteau (*e*) de limon quaternaire travertineux rougeâtre (5m).

Les membres de la réunion ont pu récolter des échantillons de *Congeria*, *Cardium*, *Hydrobia*, *Melania*, *Melanopsis* ; mais malheureusement le point restreint où les *Congéries* et *Cardium* sont le plus abondants, était masqué et recouvert par un éboulement du Quaternaire produit par les pluies fréquentes de l'hiver.

En cet endroit la Société a pu se rendre compte des grandes érosions qu'ont subies ici l'Aquitanien, le 2e étage méditerranéen et le Pontien avant l'arrivée de la Méditerranée pliocène dans cette vallée. Le phénomène d'ailleurs est tout-à-fait comparable à celui qui, à la même époque, s'est produit, soit dans la vallée du Rhône, soit dans d'autres vallées du bassin méditerranéen.

La Société, après avoir étudié ce dépôt saumâtre réduit actuellement à une bande de 1 kilom. à peu près de longueur sur 120 mètres de largeur et placé à 70 mètres au-dessus du niveau de la Llobregat, par suite de l'érosion, est revenue sur ses pas à pied jusqu'à la classique anse pliocène de Papiol.

Vers 9 heures, la Société est arrivée au gisement pliocène qui se trouve encaissé entre une falaise Aquitanienne d'un côté et une falaise paléozoïque de l'autre, au fond du ravin Gabaix. Elle a reconnu dans cette anse un fjord pliocène formé par des îlots soit d'Aquitanien littoral, soit du deuxième étage méditerranéen, soit de paléozoïque.

Tous les géologues qui ont étudié la région (MM. Vézian, Carez, Maureta et Thos) parlent avec détails de ce classique gisement pliocène.

La Société a commencé à l'étudier par la base. On y voit :

1° Les couches à *Congéries*, prolongation de celles de Castellbisbal qu'elle venait de visiter, avec la particularité qu'elles se fondent ici dans le Plaisancien. En effet, on a récolté dans les argiles bleues sableuses, au fond du ravin Gabaix, les mêmes espèces de *Congéries*, de *Mélanies*, de *Melanopsis*, de *Neritines* qu'à Castellbisbal, avec *Turritella subangulata*, très fréquentes, *Nassa semistriata*, *N. italica*, *Natica helicina*, *Cassidaria echinophora*, *Pecten*, etc.

Les argiles bleues dans lesquelles se trouvent ces espèces ont une faible épaisseur ; on n'y voit aucun caractère différentiel, ni lithologique, ni stratigraphique, qui permette d'y distinguer deux assises, mais le tout est fusionné en une seule masse.

On trouve à ce niveau :

Melania Tournouëri Font., var. *Ferreolensis* Font.
Melanopsis Neumayri Tournouër, var. *Papiolensis* A. et B.
Neritina (*Neritodonta*) *micans* Gaud. et Fischer, var. *Bollenensis* Font.
N. (*N.*) *micans* Gaudry et Fischer.
Dreissensia simplex Barbot.
Dreissensia simplex var. *Catalaunica* A. et B.
» *subsimplex* A. et B.
» *subdubia* A. et B.
» *rostriformis* Desh., var. *Papiolensis* A. et B.
» *auricularis* Fuchs, var. *minor*.
» *unguiformis* A. et B.

Ces *Dreissensia*, d'après M. Brusina *(in litteris)*, ne sont qu'une seule espèce qu'il propose de nommer *D. subdubia* A. et B.

Dreissensia dubia Mayer.
D. latiuscula Mayer.
Cardium sp.

Les espèces saumâtres sont mélangées et accompagnées des espèces suivantes plaisanciennes :

Nassa italica Mayer.
Galeodea (*Cassidaria*) *echinophora* Lamk.
Turritella subangulata Broc.
Pleurotoma (*Surcula*) *dimidiata* Broc.
P.(*Raphitoma*) *brachystoma* Phil
Ostrea cochlear Poli.
Pleuronectia Comitatûs Font.
Anomalocardia diluvii Lamk.
Venus islandicoides Lamk, etc.

Il ressort donc nettement qu'ici on ne peut pas séparer l'assise à *Congéries* du Plaisancien ni au point de vue stratigraphique, ni paléontologique et qu'il ne serait pas conforme à ce que nous dit la nature de les ranger dans le Miocène même le plus supérieur.

Les membres de la Réunion sont restés sur le gisement pour récolter des fossiles qui se détachent bien, grâce à leur couleur blanche, des argiles bleues, et jusqu'à l'heure du déjeuner ont remonté la falaise ravinée. Ainsi, on a reconnu, à partir du niveau à Congéries, de bas en haut les couches suivantes :

2° Marnes argileuses bleuâtres. Leur nuance bleuâtre très accentuée dans les niveaux inférieur et moyen, devient gris jaunâtre à la partie supérieure et accuse une assise différente. Celles-ci reposent soit sur le terrain schisteux, soit sur l'assise inférieure. La puissance de l'assise inférieure dépasse 30 mètres. Les Mollusques marins y sont très nombreux et l'état de conservation des échantillons fragiles est très bon (par exemple *Pleuronectia cristata* avec ses deux valves), ce qui nous montre clairement que la mer restait ici très tranquille (fait qui d'ailleurs s'impose grâce à la topographie) et que le dépôt des sédiments s'effectuait avec régularité au fond de l'anse pliocène. On y trouve des *Brissopsis Genei* rares et des empreintes de plantes peu fréquentes ; mais ce sont les Mollusques qui y sont nombreux. Voici la liste des espèces les plus fréquentes :

Nassa semistriata Broc., *cc.*
» *Hœrnesi* May., *c.*
» (*Buccinum*) *italica* May., *cc.*
Phos polygonum Broc., *c.*
Galeodea echinophora Lamk., *c.*
Pleurotoma turricula Broc., *c.*
» (*Surcula*) *dimidiata* Broc., *cc.*
» (*Raphitoma*) *brachystoma* Phil.
Mitra striatula Broc., *cc.*
Natica millepunctata Lamk., *c.*
» *helicina* Broc., *cc.*
Pyramidella plicosa Bronn., *c.*
Eulima subulata Donovan, *c.*
Cerithium vulgatum Brug., *rr.*
Aporrhais (*Chenopus*) *Uttingerianus* Risso, *cc.*
Turitella subangulata Broc., *ccc.*
Scalaria tenuicostata Michaud, *r.*
Dentalium delphinense Font. *cc.*
Ostrea cochlear Poli, *cc.*
Pecten (*Pleuronectia*) *cristatus* Bronn., *c.*
» *Comitatûs* Font., *c.*
» *Bollenensis* Mayer, *rr.*
Pinna Brocchii d'Orb., *rr.*
Anomalocardia diluvii Lamk., *cc.*

Yoldia nitida Brocchi, *r*.
Cardium edule Linné, *r*.
Venus multilamella Lamk., *c*.
» *plicata* Gmelin., *r*.
Venus islandicoides Lamk., *c*.
Cytheræa chione Lin., *c*.
Corbula gibba Olivi., *cc*.

3° Au-dessus, comme nous venons de l'indiquer, vient l'assise de marnes argileuses jaunâtres ou grisâtres, friables et terreuses sur certains points. Elles contiennent du gypse et de la limonite en petites plaquettes ou amas ; à la partie supérieure on y voit mêlé des débris de schistes et de quartz qui deviennent plus abondants et plus gros, en approchant de la falaise schisteuse helvétienne. Cette assise est caractérisée par la présence de certaines espèces qui font défaut dans l'assise précédente et par la moindre fréquence d'autres espèces. Son épaisseur ne dépasse pas 40 mètres. Les espèces suivantes sont moins fréquentes :

Turritella subangulata.
Nassa italica.
Venus islandicoides.

Tandis qu'on y observe la présence de :

Strombus coronatus Defr., *c*.
Cerithium vulgatum Linné, *c*.
Turritella Rhodanica Font., *c*.
Spondylus Ferreolensis Font., *cc*.
Barbatia barbata Lin., *cc*.
Ostrea cucullata Bors., *r*.
Ostrea Hœrnesi Reuss., var., *c*.
Pecten Bollenensis Mayer, *cc*.
Hinnites Ercolanianus Cocconi, *ccc*.
Chama gryphoides Lin., *ccc*.
Polypiers, etc.

C'est l'assise qui affleure dans les ravins latéraux d'Albareda et du Terme que nous avons vus en remontant la vallée en chemin de fer.

Cependant en plus de ces types qui sont particuliers à ce niveau, toutes les espèces de l'assise précédente s'y trouvent. Voici la liste des espèces récoltées dans cette assise :

Gastéropodes

Murex Campanii de Stef. et Pant., *r*.
» *imbricatus* Br., var. *Gratiensis* A. et B.
» *imbricatoides* Hôr. et Au., *r*.
» *torularius* Lam., var. *Bollenensis* Font., *r*.
» *subheptagonatus* A. et B., *r*.
» *Neomagensis* Font., *r*.
» *polymorphus* Broc., *r*.
» *funiculosus*, var. *Restitutensis* Font., *r*.
Murex craticulatus Broc., *r*.
» *sublavatus* Bast., var. *Grundensis* Hôr. et Au., *r*.
» *cœlatus* Grat., var. *Papiolensis* A. et B., *r*.
Fusus (*Jania*) *angulosus* Broc., *r*.
» *prœrostratus* Font., *r*.
» (*Euthria*) *aduncus* Bron., *r*.
Corallophyllia lamellosa Jan., *r*.
Ranella gigantea Lam., *r*.
» *marginata* Brongniart, *r*.

Triton nodiferus Lamk., *r*.
Persona Grasi Bellardi, *r*.
» *tortuosa* Borson, *r*.
Cancellaria Bonellii Bellar., *c*.
» *lyrata* Broc., *c*.
» *lyrata* var. *angusta* A. et B., *r*.
» *serrata* Bron., var., *r*.
Nassa Hœrnesi Mayer, *cc*.
» *limata* Chem., *c*.
» *Bollenensis* Tourn., var. *acuminata* A. et B., *r*.
» *reticulata* Lin., *r*.
» *semistriata* Broc., *cc*.
» *transitans* Bellar., *r*.
» (*Buccinum*) *italica* May., *cc*.
Phos polygonum Broc., *c*.
Ringicula Gaudryana Morlet, *c*.
» *Africana* Morl., *c*.
Galeodea (*Cassidaria*) *echinophora* Lam., *cc*.
Columbella thiara Broc., *r*.
» *tetragonostoma* Font., *r*.
Conus turricula Broc., var., *r*.
» *Mercati* Broc., var. *funiculigera* Font.? *r*.
» *ventricosus* Bronn., *r*.
» *antediluvianus* Broc., *r*.
Pleurotoma (*Surcula*) *dimidiata* Brocchi, *cc*.
» *rotata* Broc., *r*.
» *turricula* Broc., *c*.
» *rectirosta* Bell., *r*.
» *obtusangula* Broc., *r*.
» *pustulata* Broc., *r*.
» *intorta* Broc., *r*.
» *reticulata* Ren. var. *Bollenensis* Font., *r*.
» *nebula* Montag., *r*.
» (*Drillia*) *Allionii* Bellardi, *c*.
» (*Clavatula*) *squamulata* Broc., *r*.
Mitra bitenuata Font.
» » v. *Rhodanica* Fontannes, *r*.
» *Venaysiana* Font., *r*.
» *aperta* Broc., *r*.
Cyprea amygdalum Broc , *r*.
Natica millepunctata Lamk., *c*.
Natica millepunctata var. *raropunctata* Sassi, *r*.
» *helicina* Broc., *cc*.
» *Josephinia* Risso., *r*.
» *eucleista* Font., *r*.
» *intricata* Don., *r*.
Pyramidella plicosa Bronn., *c*.
Turbonilla Millasensis Font., *c*.
Odostomia submichaelis Sacco, *r*.
Eulima subulata Donovan, *c*.
» *bulimus* Phil., *r*.
Cerithium vulgatum, var. *minuta* Phil., *r*.
» *vulgatum* var. *Bollenensis* Font., *r*.
» *Michelottii* Hörn., var. *imbricata* A. et B , *r*.
» *scabrum* Olivi., var. *Comitatensis* Font , *r*.
» (*Bittium*) *reticulatum* da Costa, var. *paludosa* B. D. et Dollf., *r*.
Aporrhais (*Chenopus*) *Uttingerianus* Risso, *cc*.
» *pespelecani* Lin., *r*.
Turritella subangulata Broc., *c*.
» » var. *infraangulata* A. et B., *r*.
» *subangulata*, var. *ditropis* Font., *r*.
» *Rhodanica* Font., *c*.
» *protoides* Mayer, *r*.
» *aspera* Sism., *c*.
» *communis*, var. *Ariesensis* Font., *c*.
Vermetus arenarius Lin., *c*.
Scalaria tenuicostata Michaud, *c*.
» » var. *Michaudi* Font., *c*.
» *torulosa* Broc., *r*.
» *lanceolata* Broc., var., *r*.
» *clathratula* Turton, *r*.
» *cancellata* Broc ,var. *Papiolensis* A. et B.
Littorina Ariesensis Font., *r*.
Solarium simplex Bronn., *r*.
Lacuna Basteroti Bronn., *r*.
Rissoina pusilla Broc., *r*.
» *Brugnierei* Payr., *r*.
Bythinia Almerai Brus., *rr*.

Valvata Almerai Brus , *rr.*
Turbo tuberculatus Marcel de Serres, *r.*
Trochus striatus Lin., *r.*
» *magus* Lin., *r.*
Clanculus corallinus Gmel., *r.*
Fissurella græca Lin., *r.*
Calyptræa chinensis Lin., *r.*
Capulus Hungaricus Lin., *r.*
Dentalium Delphinense Font., *cc.*
» *dispar* Cocconi, *r.*
Ophicardelus Serresi Tourn., *rr.*
Plecotrema ringiculæformis A. et B., *rr.*

Lamellibranches

Ostrea Barriensis Font., var., *c.*
» *lamellosa* Broc., *c.*
» *cochlear* Poli, *ccc.*
» *Perpiniana* Font., *r.*
» *Hœrnesi* Reuss., var., *c.*
» *Companyoi* Font., *c.*
» *cucullata* Borson, *r.*
» *Papiolina* A. et B., *r.*
Anomia ephippium Lin., *cc.*
Pecten varius Lin., *r.*
» *opercularis* Lin., *r.*
» *Bollenensis* Mayer, *cc.*
» *pseudo-Bollenensis* A. et B., *r.*
» *sub-Bollenensis* A. et B., *r.*
» *sub-Labnæ* A. et B., *r.*
» *venustus* Goldf., *r.*
» *pseudo-venustus* A. et B., *r.*
» *pesfelis* Linné, *c.*
» *pusio* Linné, *c.*
Janira (Pecten) benedicta Lamk., *r.*
Pleuronectia (Pecten) cristata Bron., *ccc.*
» *Comitatus* Font., *r.*
Spondylus Ferreolensis Font., *cc.*
Hinnites Ercolanianus Cocconi, *ccc.*
Perna Soldanii Desh., *r.*
Pinna Brochii d'Orb., *r.*
Modiola Sanctensis A. et B., *r.*
Lithodomus lithophagus Lin., *cc.*
Dreissensia latiuscula Mayer, *r.*
» *dubia* Mayer.
Arca Noæ Lamk., *c.*
» » var. *comitatensis* Font., *r.*
Barbatia (Arca) barbata Lin., *cc.*
» *lactea* Linné, *r.*
» *acanthis* Font., *r.*
Anomalocardia (Arca) diluvii Lamk., *cc.*
» *pectinata* Broc., *r.*
Pectunculus bimaculatus Poli, *c.*
Pectunculus glycimeris Lin., *c.*
Nucula nucleus Lin., *r.*
Leda commutata Philippi, *c.*
» *pusio* Phil.? *r.*
» *clavata* Calcara, *r.*
Yoldia nitida Broc., *c.*
Chama gryphoides Lin., *ccc.*
Cardium hians Broc , *r.*
» *aculeatum* Lin., *c.*
» *papillosum* Poli, *c.*
» *oblongum* Chem., var. *comitatensis* Font., *c.*
» *multicostatum* Broc., *r.*
» *edule* Lin., *r.*
» » var. *Papiolensis* A. et B.
» » var. *Rastellensis* Font., *r.*
» » *edesma* A. et B., *r.*
» » *Puschi* May., var. *typopleura* Font., *r.*
» » *Magdalenense* Brus., *r.*
» » *Chiæ* A. et B., *rr.*
» » *spondylopsis* A. et B., *rr.*
Lucina borealis Lin., *r.*
» *spinifera* Mont , *r.*
Loripes leucoma Turton, *r.*
Circe minima Montagu, *c.*
Cardita Bollenensis Font., *c.*
» *intermedia* Broc., *r.*
» *Rubricatica* A. et B , *r.*
Mytilicardia calyculata Lin., *c.*
» » var. *obtusata* Requien, *r.*
» » var. *semivarians* Font., *r.*
» » var. *diglypta* Font., *r.*

Mytilicardia calyculata var. *rostrata* A. et B., *r.*
Venus islandicoides Lamk., *r.*
» *multilamella* Lamk., *cc.*
» *rhysalea* Font., *c.*
» *Bronni* May., var. *Comitatensis* Font., *r.*
» *plicata* Gmelin, *r.*
» *ovata* Pennant, *cc.*
» *scalaris* Bronn., *r.*
» *verrucosa* Lin., *r.*
» *excentrica* Agassiz, *r.*
Cytheræa chione Lin., *cc.*
» *Pedemontana* Agass., *r.*
Cytheræa rudis Poli, *r.*
Artemis exoleta Lin, *r.*
Tellina planata Lin, *r.*
» *serrata* Renieri, *r.*
Tellina compressa Broc., *c.*
» *elliptica*, Broc.
» *stricta*, Broc.
Psammobia Labordei Bast., *r.*
» *Ferroensis* Chemn., *c.*
» *uniradiata* Broc., *r.*
Syndosmya Rhodanica Font., *r.*
» *alba* Wood., *c.*
Corbula gibba Olivi, *ccc.*

Brachiopodes

Terebratula biplicata Broc. var. *A. B. C.*, Alm. et Bof.
Terebratula gr. *biplicata* Broc.
» *ampulla* Broc. ?

Echinides

Brissopsis Genei Sism., *c.*

Anthozoaires

Dendrophyllia cornigera Blainv., *c.*
» *amica* Michelin, *c.*
Balanophyllia irregularis Seguen., *c.*
Astrocœnia Almerai de Angelis, *r.*
Cladocora granulosa Goldf., *c.*
Cœnocyathus cylindricus E. H., *c.*
» *affinis* Michelin ? *r.*

La partie est de cette anse, que la Société n'a pas eu le temps de visiter, offre le même faciès, la même faune, et les mêmes conditions géographiques que la localité typique de Saint-Restitut (Drôme) (1) ; en ce point comme ici, c'est une falaise miocène, contre laquelle s'appliquent les marnes pliocènes avec *O. Hörnesi* var., *O. cochlear*, *Chama gryphoides*, *Barbatia barbata* et des Polypiers.

Dans le ravin du côté du midi est un gisement de plantes dans lequel abondent *Platanus aceroïdes*, *Laurus Canariensis* et plusieurs espèces que nous avons énumérées plus haut, comme se trouvant presque au même niveau, dans le ravin d'Esplugas.

4° Les argiles précédentes à la partie supérieure passent insensiblement à des marnes gris clair avec zones irrégulières de couleur bleue ou jaunâtre se chargeant de graviers à mesure qu'on s'élève et qu'on approche de la falaise.

A cette hauteur on y trouve des espèces saumâtres accompagnant

(1) Voir Depéret, *Comp. rend. de l'Excursion à Barri, Saint-Paul-Trois-Châteaux*, etc., t. XXII, p. 674.

des espèces marines, *Pecten, Anomia*. Les espèces saumâtres trouvées jusqu'à ce jour, sont :

Potamides Basteroti M. de Serres, *r*. *Congeria latiuscula* Mayer, *r*.
Congeria dubia Mayer, *r*. *Unio Papiolensis* A. et B., *r*.

Malheureusement les érosions ont enlevé presque tout ce dépôt saumâtre et il est maintenant bien difficile d'y recueillir ces types qui jadis étaient abondants.

La coexistence de *Potamides, Congéries* et *Unio* qui affectionnent les eaux saumâtres et de types de Mollusques franchement marins, indique la présence à cette époque d'un estuaire dans lequel commençait à se constituer à Papiol un régime saumâtre qui a débuté avec l'époque astienne.

Cet horizon, qu'on peut donc déjà attribuer à l'Astien, est couronné par des sables fins jaunâtres, passant en certains points à une sorte de macigno d'aspect terreux, disposé en couches minces et régulières avec limonite. Au niveau le plus supérieur ils deviennent irréguliers et prennent le faciès littoral. Les fossiles y sont rares. Ils ne contiennent pas d'autre espèce que le *P. cristatus* qui se trouve à tous les niveaux marins pliocènes. En certains points, il y a des bancs renfermant des empreintes et des moules d'espèces de Mollusques littorales. Ces couches appartiennent nettement à l'Astien ; leur puissance ne dépasse pas 8 mètres. Dans d'autres points de la vallée située plus au sud, elles deviennent très fossilifères.

C'est précisément ce qui arrive dans la butte schisteuse du Pi-den-Vals, située à 800 mètres au sud de Papiol. Les couches astiennes marno-sableuses sont plaquées contre les schistes ; elles passent à des marnes caverneuses jaunâtres avec grains de quartz et débris de schistes roulés qui augmentent en nombre et en dimension à mesure qu'on approche du sommet où il n'y a plus qu'un conglomérat polygénique de schistes, grès, calcaire avec cailloux de quartz blanc prédominants, couronnant la partie nord de la colline.

L'assise marneuse a tous les caractères d'une formation caspique ; elle contient outre l'*O. cochlear*, *H. Ercolanianus*, *P. cristatus*, *Dreissensia*, *Pisidium*, *Cardium*, *Barbatia barbata*, *Panopæa? miopsis*, etc. Il s'agit donc d'un dépôt extrêmement littoral du sommet du Pliocène moyen marin. Cela est confirmé par le banc de conglomérat qui a tous les caractères d'un dépôt de plage.

Donc en réalité, il existe chez nous, comme à Théziers et à Bollène, deux niveaux de formation caspique séparés par un dépôt de marnes argileuses bleues. Le premier est dû à la transgression de la mer dans la vallée au commencement du Pliocène et

l'autre à la régression de la même mer à la fin de l'Astien marin.

La discordance, ou plutôt le placage des dépôts pliocènes sur la falaise formée soit par les schistes, soit par l'Aquitanien ou l'Helvétien, prouve qu'une importante érosion des couches miocènes qui recouvraient les schistes anciens et l'Aquitanien, a précédé le dépôt de ces marnes pliocènes et l'arrivée de la mer dans la vallée. Il va sans dire que l'action érosive s'est étendue aussi à l'Aquitanien et au Paléozoïque, dans lequel surtout s'est creusée l'anse pliocène. Une longue période a donc dû s'écouler entre les derniers dépôts miocènes et les premiers du Pliocène ou couches à Congéries. Le creusement de cette vallée s'est fait pendant cette période, comme cela s'est passé pour les autres vallées de l'Europe centrale et méridionale.

Enfin le tout est recouvert, comme il arrive généralement dans la contrée, par un manteau de Quaternaire limoneux, travertineux, rougeâtre, ferrugineux. Du côté sud du ravin que nous avons remonté, il y a une épaisseur de plus de 4 mètres.

Avant le déjeuner que M. le Curé O. Biada a eu l'obligeance de nous faire préparer au presbytère, nous avons reconnu que le village et son ancien château étaient construits sur un calcaire dur appartenant au 2e étage méditerranéen, niveau à *Ostrea gingensis*, *Pecten Fuchsi*, etc., avec Polypiers et perforations de Pholades pliocènes.

Après le déjeuner, la Société est allée d'abord visiter un autre lambeau de ce calcaire situé à 400 mètres à l'est du village, formant la colline des Escletjas (cassures) (fig. 17), que nous avons longée avant midi. Ce lambeau helvétien, ainsi que celui sur lequel le village est bâti, est constitué par un calcaire compact, souvent lamellaire ou même tout-à-fait saccharoïde. La cassure est esquilleuse ou grenue, il offre des nuances assez vives, variant entre le blanc jaunâtre et le jaune rougeâtre, et se mêlant quelquefois de gris ou de bleuâtre. Il forme une masse imparfaitement stratifiée qui atteint plus de 20 mètres de puissance. Nous le verrons plus développé dans le Panadès. Il est riche en débris de corps organisés, surtout en Polypiers.

Les Mollusques ne s'y montrent qu'à l'état de moules ou d'empreintes. A sa partie inférieure, ce calcaire devient bréchoïde, en se chargeant de grains de quartz et de fragments de schistes provenant des localités voisines, et passe à un conglomérat polygénique, renfermant des valves de *Pecten* et d'*Ostrea*, qui indiquent nettement le voisinage d'un rivage.

Les espèces les plus fréquentes dans ce calcaire sont :

Balanus sp.
Turritella cathedralis Brong.
» *terebralis* Lamk.
» *gradata* Menk.
Ostrea crasissima Lamk.
» *gingensis* Schlot.
» *fimbriata* Grate.
Pecten Fuchsi Font.
Pecten cf. *scabriusculus* Math. (*opercularis* Lamk. in Goldf.).
Cardium edule Lin. in Hörn.
Venus Aglauræ Brong.
» *multilamella* Lamk.
Cytherea sp.
Lithodomus lithophagus Lamk.
Panopœa Menardi Desh.
Jouannetia Papiolina Vézian, etc.

et quelques polypiers :

Cyatomorpha Rocchetina Michelin.
Heliastrea Defrancei E. H.
» *plana* Michelin.
Goniastræa gratissima Michelin.
Facia sp., etc.

Cette masse de calcaire repose sur quelques couches très minces de grès rougeâtre et d'argile schistoïde violacée, prolongement très réduit du terrain lacustre aquitanien.

Elle est divisée par de curieuses cassures allant d'un bout à l'autre (fig. 17 bis), parallèles entre elles, formant les divers gradins du sommet de la colline au nord-est.

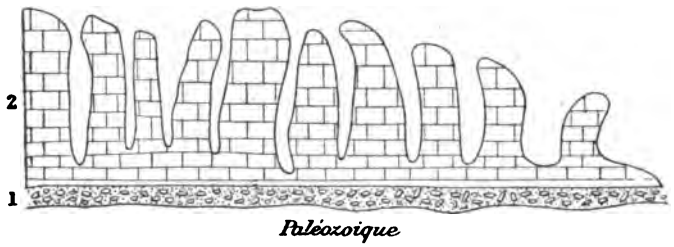


Fig. 17 bis. — Coupe de la butte des Escletjas à Papiol. — Longueur : 110 mètres.
1, Aquitanien bréchifère ; 2, Calcaire à Polypiers (Helvétien).

Ce phénomène est dû à l'érosion des eaux qui coulent vers le ravin situé au sud-ouest. Contre ces calcaires, de même que contre les schistes et l'Aquitanien, sont adossées les marnes bleues pliocènes en discordance de stratification très nette.

Ce calcaire, comme l'Aquitanien sous-jacent, le Pontien continental et le Pliocène, s'étendait jadis jusqu'à la rive opposée de la Llobregat buttant contre la falaise triasique qui va de Pallejà à San-Andreu-de-la-Barca ; car du côté de Pallejà et du côté de San-Andreu, vers le col de la ferme Mitjans-del-Bosch, subsistent de petits lambeaux de ces formations, témoins de leur ancienne extension.

Le calcaire des Escletjas appartient au niveau moyen du deuxième étage méditerranéen à *Halitherium fossile*, *Pecten Fuchsi*,

Venus Aglauræ et à Polypiers que nous verrons nettement représenté samedi dans le Panadès à San-Pau-d'Ordal. Il est pourtant un peu plus ancien que les couches de Montjuich.

Se dirigeant toujours vers l'est, la Société s'est rendue au chaînon paléozoïque fossilifère, dont l'étude était le but principal de l'après-midi. Elle a vu d'abord que l'Aquitanien bréchifère surmonte les schistes pourprès (Ordovicien) caractérisés par la présence d'*Asaphellus* sp., *Euloma-Niobe*, et de plusieurs types de Lamellibranches, comme on le voit près du hameau de Puig.

La stratigraphie, en ce point, n'est pas facile à débrouiller, et c'est à M. Barrois que revient le mérite de l'avoir fait, grâce aux fossiles que, dans ce but, nous lui avions communiqués. La série est tout-à-fait renversée et il a fallu toute la compétence de M. Barrois pour les faunes paléozoïques, pour aboutir sans aucun point de repère à la détermination de l'âge des couches qui contiennent des types presque tous nouveaux.

Dans la colline de Puig on ne voit ni plis ni redressements des couches annonçant au géologue un bouleversement, mais au contraire la série se présente régulièrement stratifiée et rien n'accuse un renversement complet des couches. La paléontologie seule a donc pu révéler cet accident tectonique, qui a intéressé les membres de la Réunion. Après avoir récolté quelques échantillons de *Trilobites*, *Ostracodes et Lamellibranches*, ils ont étudié, discuté et interprété la coupe relevée sur le terrain selon la détermination des espèces faite par M. Barrois.

Voici la succession stratigraphique des collines du hameau de Puig et de la ferme Amigonet, voisines l'une de l'autre, séparées seulement par le ravin de la Font (source) Amigonet. Dans la colline de Puig (fig. 18), en allant du nord-ouest au sud-est, nous trouvons la série suivante :

1° A la base les schistes à séricite qui constituent presque tout ce massif ancien (Cambrien).

2° Au-dessus en stratification discordante, sur le flanc est, viennent des calcaires griottes à *Orthoceras* (Dévonien infér.), plongeant fortement vers le S.-O., et au-dessus, plongeant à peu près dans le même sens, les calcaires marneux jaunâtres à *Tentaculites* (Dévonien inférieur). Ceux-ci se montrent à diverses reprises alternant avec les lydiennes (Carbonifère).

Sur le versant opposé ou de las Barreras, le calcaire à *Orthoceras* est invisible ou supprimé, on n'y voit que les calcaires jaunâtres à *Tentaculites* buttant contre les schistes à séricite.

3° Au-dessus des calcaires à *Tentaculites*, dans les deux versants de la colline, et en discordance de stratification, viennent des schistes quartzeux et des quartzites très plissés verdâtres, rougeâtres, violets (Carbonifère), qui, dans le versant est, se montrent à diverses reprises, alternant avec les calcaires à *Tentaculites*.

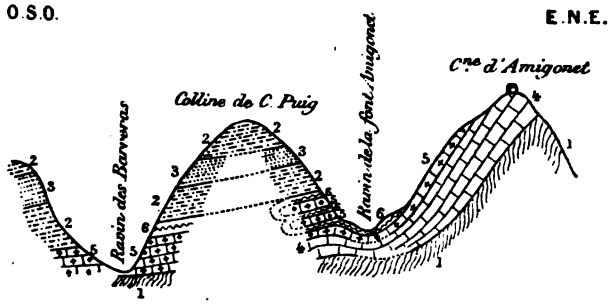


Fig. 18. — Coupe des couches ordoviciennes et dévoniennes de Papiol. Longueur : 800 mètres ; hauteur : 80 mètres.

1, Schistes sériciteux (Cambrien) ; 2, Schistes à *Asaphellus* (Ordovicien) ; 3, Schistes sans fossiles ; 4, Calcaire à *Orthoceras* (Dévonien inférieur ?) ; 5, Calcaire jaunâtre à Tentaculites (Dévonien inférieur) ; 6, Lydiennes (Carbonifère).

4° Au-dessus des quartzites, et toujours en discordance, viennent des schistes rouges pourprés fossilifères à *Asaphellus* (Ordovicien) très feuilletés, fins, avec bancs de calcaire brun ferrugineux intercalés. Ils s'étendent vers l'ouest, surmontant comme ici les lydiennes. Ces schistes passent à d'autres schistes verdâtres presque concordants, moins fins, mais de composition analogue, sans fossiles, après lesquels reviennent les schistes rouges pourprés à *Asaphellus*, avec bancs de calcaire brun ferrugineux à *Encrinus* intercalés. Le calcaire devient prédominant et plus compact, moins ferrugineux à mesure que nous nous éloignons du premier niveau et que nous nous rapprochons des quartzites.

5° Au-dessous reviennent immédiatement les quartzites ou lydiennes, discordants, extrêmement plissés, comme on a pu le voir au fond du ravin de la Font-Amigonet. Celles-ci reposent dans les deux versants de la colline, soit sur les schistes à séricite, soit sur les schistes et grauwackes à *Echinosphærites* cf. *balticus*, à *Cystidées* et à *Orthis* qui à leur tour reposent sur les schistes à séricite au fond du ravin de las Barreras.

En remontant la colline d'Amigonet par son versant occidental on a traversé la série suivante :

1° Les lydiennes occupant le fond du ravin montant jusqu'à la hauteur de 5 mètres. Elles forment au fond du ravin un pli couché vers l'est.

2° Couches moins schisteuses, marneuses verdâtres, se brisant facilement en esquilles (Carbonifère), tourmentées et plissées et plongeant fortement vers l'ouest sous les lydiennes. On n'y voit que de rares Polypiers.

3° Couches marneuses, calcaires jaunâtres à *Tentaculites*, *Pleurodyctium*, *Phacops*, *Leptæna*, etc. (Dévonien inférieur), plongeant, comme les précédentes, fortement vers l'ouest.

4° Ces couches reposent en concordance sur des bancs de calcaire griotte à *Orthoceras* (4) très nombreux, mais malheureusement indéterminables, à *Tentaculites*, qui montent jusqu'au sommet de la butte et sur lesquels la ferme Amigonet est construite.

Ce calcaire griotte avec *Encrinus* et *Orthoceras* devient plus compact, plus dur, bleuâtre et dolomitique par places, au voisinage des schistes à séricite sur lesquels il repose transgressivement. A l'est du ravin de la ferme Amigonet, ces calcaires, appartenant à un autre lambeau plus grand, reposent aussi sur les mêmes schistes qui ne sont que la prolongation d'un lambeau plus grand situé de l'autre côté de la *Riera* (petite rivière), près du hameau de San-Bartomeu-de-la-Cuadra.

Le plongement des couches calcaires à *Phacops* de cette colline, par rapport à celles à *Asaphellus* de la colline de Puig, indique nettement que ces dernières doivent surmonter les autres ; d'ailleurs nous avons vu déjà qu'auprès du hameau de Puig, les schistes rouges pourprés à *Asaphellus* recouvrent les couches jaunâtres à *Tentaculites*. Cependant la faune nous montre d'une façon très nette que cette disposition est occasionnée par un renversement complet des couches. En effet, dans les schistes rouges pourprés, parmi les types d'*Asaphidés* rencontrés, M. Barrois, depuis les études récentes de M. Brögger, qui ont mis en lumière les relations d'*Ogygia desiderata* et *Asaphus nobilis* avec le genre *Asaphellus* de M. Callavay, y a reconnu :

Asaphellus très voisin d'*A. solvensis* Hicks, des couches de Tremadoc.
Niobe cf. *Homfrayi* Salter.
Asaphellus très voisin d'*innotatus* Barrande, de Hof, en Bavière.
» cf. *Wirthi* Barrande.

De plus, il y a reconnu parmi les Lamellibranches et Brachiopodes :

Avicula sp. (cf. *pusilla* Barr.)
» sp. (cf. *insidiosa* Barr.)
Synek sp. (cf. *tremula* Barr.)
Orthonota sp. (cf. *perlata* Barr.)
Lingula sp.
Leptæna sp. (cf. *sericea* Sow.)
Tiges de *Encrinus* (1).

Ils renferment en outre d'autres types de Brachiopodes et un type d'Ostracodes voisin des *Leperditia*, assez fréquent. D'après M. Rupper Jones, à qui M. Barrois a demandé de déterminer ces Ostracodes, ils sont trop petits pour être des *Leperditia*, mais ils en ont tout l'aspect extérieur.

Cette faune, ajoute M. Barrois, présente un intérêt particulier, comme représentant, si nous ne nous trompons, la plus ancienne assise fossilifère de Catalogne. D'après les récentes études de M. Brögger, cette faune se trouve présenter des affinités avec la faune à *Euloma-Niobe* des régions septentrionales par les caractères de ses *Trilobites* qui font rapporter ces couches au niveau de Trémadoc.

« Toutefois la richesse de cette faune en Lamellibranches lui » donne un aspect plus jeune que le Trémadoc du nord du Pays de » Galles. Elle présente ses plus grandes analogies avec les couches » de Trémadoc du sud du Pays de Galles, telles qu'elles ont été » décrites par M. Hicks, et avec les couches de Hof en Bavière. » Elles paraissent ainsi occuper dans la série stratigraphique » l'extrême base du terrain ordovicien. » (2)

Dans les couches calcaires jaunâtres à *Tentaculites* et à *Phacops*, M. Barrois a reconnu les espèces suivantes, en outre d'autres plus communes :

Pterygotus ? (épines).
Harpes venulosus Corda.
Phacops fugitivus Barr., *c*.
Proetus expansus ? Richter.
Tentaculites Geinitzianus Richt. *ccc*.
» *acuarius* Richter.
Styliola lævis Richter. *c*.
Chonetes sp. (— *Leptæna ?*) *lata* Richter (non Buch).
Spirifer cf. *histericus* Schlt.
Leptæna cf. *interstrialis* Phill. (— *L. fugax* Richter).
» *corrugata* Richter, non Porlock, *c*.
Strophomena? curta Richter.
Athyris sp. (— *Pentamerus oblongus* Richter).
Pleurodyctium Selcanum Giebel in Kayser.

« Cette liste de fossiles, dit M. Barrois, prouve que ces schistes doivent être rapportés à la base du Dévonien et les plus forts arguments en faveur de cette attribution, ajoute-t-il, sont fournis par la présence du *Pleurodyctium Selcanum* et par l'abondance de *Phacops* du groupe du *Trimerocephalus*. »

(1) Ch. Barrois. Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone. *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, T. XXVII, page 180 (1898)

(2) Ch. Barrois, Sur le terrain dévonien de la Catalogne. *Ann. S. G. du N.*, 1892, p. 182.

Nous lui avons, en effet, communiqué une centaine d'échantillons de *Phacopidés* qu'il rapporte à *Ph. fugitivus* et à *Ph. miser* et qui se rangent tous très nettement dans le groupe des *Phacops* à yeux petits, refoulés dans les coins, pour lesquels Mac Coy a proposé le sous-genre *Trimerocephalus*. « On sait, dit M. Barrois, que » ce groupe a apparu dans le Silurien supérieur avec *Phacops* » *Volborthi* Barr., a vécu jusque dans le Dévonien supérieur, en » atteignant son apogée dans le Dévonien inférieur, où il est repré- » senté par de nombreuses formes : *Phacops granulatus* Munster, » *Ph. macrocephalus* Richter, *Ph. mastophtalmus* Richter, *Ph. cryp-* » *tophthalmus* Gein., *Ph. lævis* Rœmer, *Ph. micromma* Rœmer, » *Ph. Rœmeri* Gein. »

« Le *Trimerocephalus* de Can Amigonet nous paraît avoir les plus » grandes relations avec le *Ph. Rœmeri* Gein. des schistes à *Tenta-* » *culites* de Thuringe, auquel il est identique par les caractères de » la tête et du thorax ; il s'en distingue toutefois par son pygidium » plus grand, plus annelé et granuleux, caractère qu'on retrouve » sur *Phacops fugitivus* Barrande, de l'étage G. de Bohême. Par les » caractères de son pygidium le *Trimerocephalus* de Can Amigonet » se rapproche encore plus du *Ph. plagiophtalmus* Richter que de » *Ph. Rœmeri* Gein., mais cette espèce de Geinitz et Richter diffère » par les sillons de sa glabelle et par le moindre nombre d'anneaux » du thorax. »

« Une autre preuve, en faveur de l'attribution au Dévonien de » cette faune de Can Amigonet nous est fournie par ses relations » avec la faune de schistes à *Tentaculites* de Thuringe. Dans ces » deux régions, en effet, cette assise est caractérisée par l'extrême » abondance des mêmes formes de *Tentaculites*, par les mêmes *Trilo-* » *bites* des genres *Trimerocephalus*, *Harpes*, *Proetus*, par une même » espèce de *Pleurodyctium* et par un grand nombre de Brachiopo- » des de très petite taille parmi lesquels domine, de part et d'autre, » la petite *Leptæna corrugata* de Richter. »

D'ailleurs, dit en terminant M. Barrois, « les relations de la faune » paléozoïque de la Catalogne avec celle de la Thuringe méritent » de fixer l'attention, d'autant plus qu'elles ne paraissent pas limi- » tées à cette assise dévonienne des schistes à *Tentaculites*. »

D'après l'allure et les rapports stratigraphiques des couches et les caractères de la faune, la Société a reconnu en effet un renversement; d'ailleurs ce fait est indiqué par les plis couchés qu'on remarque dans les lydiennes carbonifères du fond du ravin de la Font-Amigonet au-dessous de cette ferme.

L'allure des couches de ce lambeau paléozoïque, de même que les relations anormales des couches entre elles, l'absence de plis plus ou moins serrés sur une longueur de près d'un kilomètre, et surtout la superposition réelle des schistes pourprés (ordoviciens) soit sur les calcaires jaunâtres à *Tentaculites* (dévoniens), soit sur les lydiennes (carbonifères), nous font admettre qu'après que s'est produite la faille, la lèvre élevée constituée par l'Ordovicien a dû être poussée horizontalement par dessus le Carbonifère et le Dévonien, le toit cheminant sur le mur. C'est par l'effet de ce refoulement que la masse ordovicienne a été poussée vers l'est et qu'elle a chevauché sur le Carbonifère très plissé et le Dévonien, tandis qu'elle a été obligée de se coucher sur les schistes à séricite (Cambrien). Cependant les formations récentes recouvrant le Paléozoïque, ne permettent pas de vérifier cette hypothèse.

La Société a dû renoncer, faute de temps, à visiter les éruptions de diorite et de diabase qui percent, non loin de là, les schistes à séricite, et les quartzites. Les éléments dont se compose la diorite, selon M. Adan de Yarza, sont : hornblende, plagioclase, augite, chlorite et oxyde de fer ; ceux de la diabase sont : du plagioclase et de l'augite ; les cristaux de plagioclase sont de grande taille et bien visibles.

Prenant donc une direction opposée, la Société s'est dirigée vers le nord, à travers les ravins creusés dans les schistes argileux, ferrugineux, traversés çà et là par des filons de quartz et de porphyre quartzifère, pour étudier une granulite qui présente un faciès tout à fait particulier et qui pointe entre l'Aquitanien et le Paléozoïque. On n'a vu, dans l'Aquitanien qui l'entoure, aucun morceau de cette roche, et nous n'en avons jamais vu non plus ; dans une course que nous avons faite depuis, nous n'avons pas pu trouver un seul galet de granulite dans l'Aquitanien qui la délimite, tandis qu'il en renferme de toutes les autres roches voisines, même de celles qui sont les plus éloignées. On y voit des galets de quartz, de schistes maclifères cristallins, de schistes à séricite, de schistes argileux, de calcaire griotte, de calcaire du Trias, de dolomie, de grès bigarré, mais pas un de granulite, quoique ce soit la roche la plus voisine.

L'Aquitanien forme, au contact de la granulite, des crêtes ou saillies, de $0^{m}50$ d'épaisseur, qui la délimitent. Ces crêtes sont composées d'éléments du dépôt aquitanien qui ont subi une sorte de métamorphose, puisqu'ils semblent presque fondus, tandis que le reste du dépôt est meuble. Un fragment de cette roche clastique

étudié au microscope au laboratoire de la Sorbonne a permis de reconnaître une roche ancienne constituée exclusivement de grains de quartz avec filonets de quartz granulitique. La calcite y remplit de minces fissures ; elle est due à des infiltrations postérieures à la formation de la roche et datant probablement de l'époque aquitanienne. En résumé c'est, d'après M. Bergeron, une sorte de grès granulitisé.

Les éléments constitutifs de la granulite, d'après l'examen au microscope fait par M. Adan de Yarza, sont : quartz, orthose, peu de plagioclase, mica noir en partie transformé en chlorite.

Le fait qu'il n'existe aucun fragment de cette roche dans l'Aquitanien, porte à croire qu'elle est postérieure à cette formation ; mais d'un autre côté le manque de sanidine dans la roche et l'absence de métamorphisme net du dépôt tertiaire en contact, ne permettent pas de pencher en faveur de son âge tertiaire. Peut-être plus tard pourra-t-on résoudre la question (1).

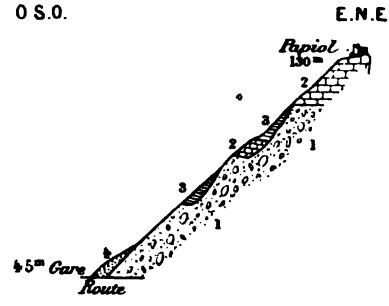


Fig. 19. — Coupe de la colline de Papiol. Hauteur : 85 mètres.

1, Aquitanien ; 2, Helvétien à Polypiers ; 3, Marnes pliocènes ; 4, Lehm.

De ce point (Can Calopeta), la Société est allée directement à la gare ; elle a traversé le village de Papiol et à la sortie a vu encore les marnes pliocènes butter contre le calcaire compact Helvétien sur lequel repose le village et surmonter l'Aquitanien bréchifère qui forme le corps de la colline de Papiol. En descendant la colline par l'ancienne route à mi-côte on a revu un lambeau de calcaire helvétien surmontant l'Aquitanien qui présente ici de gros blocs de grès bigarré et de dolomie du Trias (fig. 19), indiquant nettement que la falaise triasique s'avançait jadis très près de ce point-là.

Les marnes pliocènes sont bientôt masquées par le lehm quaternaire qui s'étend jusqu'à la gare, où nous avons pris le train qui nous a ramenés à Barcelone vers 7 heures.

(1) *Note pendant l'impression.* — Peut-être, comme dit M. Carez plus loin, ce phénomène se sera produit par faille, parce que l'Aquitanien occupe à côté un niveau plus élevé d'une centaine de mètres.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU MERCREDI 5 OCTOBRE, A GAVA, BRUGUÈS, BEGAS ET VALLIRANA

par M. J. ALMERA.

A 6 heures du matin, la Société a de nouveau pris le train à la gare de France pour se rendre à Castelldefels. A 1 kilomètre de Sans, là où a été ouverte la tranchée dans les sables astiens pour la construction de l'embranchement de Vilanova, nous quittons la ligne de Papiol pour prendre cet embranchement. Cette tranchée montre la composition argilo-sableuse de l'Astien marin jaunâtre ou blanchâtre surmonté par le limon quaternaire rougeâtre rempli de nodules calcaires. La ligne franchit la Llobregat au village du Prat situé au milieu du fertile delta de ce fleuve. Il commence au pied de la falaise pliocène qui s'étend de Sans à Cornella, et va jusqu'au delà de Castellbisbal, comme on l'a vu hier.

En traversant le delta en chemin de fer, on a pu apprécier l'étendue et l'épaisseur des dépôts astiens dont on distingue parfaitement la falaise ainsi que son extrémité opposée sur le flanc de la chaîne paléozoïque du Tibidabo et de Saint-Pierre-Martyr.

Le sous-sol du delta formé d'une succession de couches perméables et imperméables, contient des nappes d'eau très favorables à l'établissement de puits artésiens. Les nombreux sondages (une trentaine) pratiqués depuis 1892 en différents points des environs du Prat, sur les deux rives du fleuve, ont donné de précieux renseignements sur la constitution géologique de ce bassin. Ils nous ont révélé la présence du Sicilien marin dans le sous-sol du delta. La succession des couches de haut en bas est la suivante :

1° Lehm actuel	20m
2° Marnes sableuses jaune clair	10m
3° Marnes bleu foncé	15m
4° Sable avec coquilles marines (couche aquifère).	4m
TOTAL . . .	49m

Dans cette dernière couche perméable, s'accumulent les eaux formant une nappe artésienne jaillissant avec force à 1m50 ou 2 mètres au-dessus du sol. C'est elle qui fournit l'eau à presque tous les forages exécutés en ce point.

Les espèces de Mollusques marins recueillis dans cette couche appartiennent toutes à la faune actuelle de la Méditerranée et par conséquent on peut l'attribuer au Sicilien ou au Pliocène tout-à-fait supérieur, correspondant au niveau continental des couches lacustres de Tarrasa à *Hippopotamus major* Cuv. Voici la liste des espèces recueillies jusqu'ici :

Turritella communis Lin., *cc.*
Dentalium alternans Bucquoy, *c.*
» *vulgare* Da Costa, *r.*
Leda pella Lin., *r.*
Pectunculus bimaculatus Poli, *c.*
Nucula nucleus Lin., *c.*
Venus verrucosa Lin., *c.*
» *ovata* Pennant, *c.*
Tellina pulchella Phillipi, *r.*
Corbula gibba Olivi, *cc.*
Artemis lupinus Poli, *r.*, etc.

Ces couches sont évidemment supérieures aux couches argilo-sableuses les plus élevées de l'Astien supérieur dont est formée la falaise qui va de Sans à Cornella. On peut déduire qu'à l'époque sicilienne la pente de la côte était plus forte qu'aujourd'hui, que c'est avec les dépôts apportés par la rivière de cette époque qu'a été rempli ce bassin et que, grâce à ceux-ci, la mer a reculé ses limites. Depuis lors, les eaux s'accumulent sur les couches sableuses qui autrefois constituaient le fond de la mer.

Un peu avant Castelldefels on aperçoit le Trias (grès bigarré) qui constitue une petite colline s'avançant dans la plaine, appelée le Calamot et située tout près de Gava. A la base, se voit toujours un poudingue identique à celui d'Olesa et de la Puda ; il repose en discordance ou plutôt est transgressif sur les schistes paléozoïques; le Grès bigarré bien caractérisé le surmonte à son tour. En ce point le Grès bigarré a subi un glissement qui l'a mis en contact direct avec les schistes ; le Muschelkalk, très réduit ici, a glissé aussi par suite d'une faille presque horizontale et s'est mis en contact avec le poudingue.

En montant la colline du Calamot par son flanc sud-est, on a vu, après le Grès bigarré de la base, le poudingue polygénique à nombreux galets de quartz ; un peu plus loin, ce dernier est recouvert en partie par un lambeau de calcaire compact, noduleux, appartenant au Muschelkalk. Les bancs calcaires sont tout-à-fait discordants sur le poudingue, plongent même en sens inverse. Dans la carrière ouverte dans le calcaire, on a trouvé *Mentzelia Mentzeli*, *Terebratula vulgaris*, *Lima costata* Münst., *Chemnitzia* sp.

Le Trias supérieur fait défaut, soit qu'il ait été enlevé par les érosions, soit qu'il ait glissé vers le sud-ouest pour constituer la butte de Castelldefels.

De la carrière, la Société s'est dirigée vers le village de Gava pour reprendre les tartanes qui devaient la conduire à l'ermitage de Bruguès. A la sortie du village, la tranchée de la route montre le quaternaire, épais de 50 centimètres, masquant les schistes paléozoïques. Au-delà, les schistes apparaissent surmontés en discordance par des bancs de calcaire griotte compact, parfois dolomitisé, toujours très disloqués et plissés, reposant tantôt sur les schistes, tantôt sur des lydiennes. Ce calcaire renferme, comme à Montcada et à Vallcarca, des tiges d'*Encrines* et offre les mêmes caractères pétrographiques.

Vers 10 heures on arrive à l'ermitage de Bruguès. Il faut remarquer que là, ainsi qu'à Montcada et dans le chaînon de Vallcarca, entre les calcaires griottes et les schistes siluriens, existent des schistes chargés de fer (hématite brune et rouge) qu'on a même, à plusieurs reprises, tenté d'exploiter. Dans la tranchée de la route, au-delà de la ferme Mas, les dislocations et les plissements des schistes blancs argilo-marneux sont vraiment extraordinaires (fig. 20 et 21).

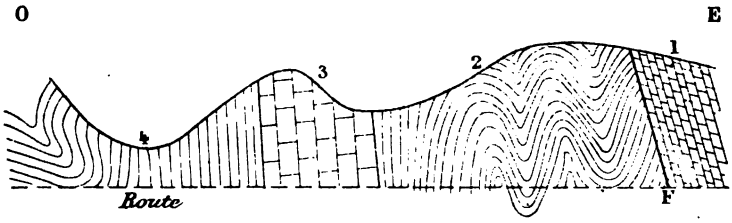


Fig. 20. — Coupe relevée dans la tranchée de la route des environs de Bruguès. Echelle : 1/2.000.

1, Calcaire à *Orthoceras* ; 2, Schistes à *Graptolites* ; 3, Calcaire dolomitique ; 4, Schistes et quartzites.

On y trouve, comme à Montcada, des graptolites dont M. Barrois a pu déterminer quelques espèces. D'ailleurs, il est à présumer que la faune y est la même qu'à Montcada : le faciès de ces schistes et les rapports stratigraphiques avec les griottes sont identiques. Voici les espèces que M. Barrois a pu déterminer :

Monograptus vomerinus Nich.
» *proteus* Barr.
» *Hisingeri*, var. *jaculum* Lapw.
Monograptus Hisingeri, var. *nudus* Lapw.
» *concinnus* Lapw.
» *colonus* Barr.
» *basilicus* Lapw.

« Les graptolites de ce gisement, dit M. Barrois, sont remarquables par leur mode anormal de fossilisation : ils ne sont pas couchés à plat dans les schistes, mais aplatis suivant leur diamètre et affectent ainsi des formes très variées, dues à des compressions. C'est à l'étage de l'Upper Tarannon de M. Lapworth (Silurien supérieur) que cette faunule nous paraît devoir se rapporter. »

Ces schistes à graptolites traversent toute la colline du sud au nord et, franchissant le ravin de Bruguès, atteignent la butte de Mas Cortils.

Sur les schistes, repose en discordance le calcaire griotte, compact, cristallin, avec tiges d'Encrines plongeant soit à l'est, soit à l'ouest. Au calcaire succèdent des argiles plus ou moins schisteuses, grenues, brunes, avec *Orthoceras*, devenant tout à fait schisteuses à la base ; leur puissance ne dépasse pas 40m.

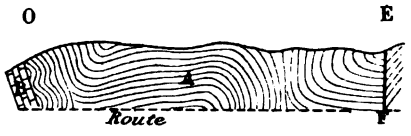


Fig. 21. — Coupe relevée dans la tranchée de la route des environs de Bruguès. Longueur : 110 mètres.
A, Schistes à *Graptolites* ; B, Calcaire à Encrines ; F, Faille.

Par disparition du calcaire griotte, ces couches reposent en discordance sur les schistes à graptolites (1), leur partie inférieure est très fossilifère et riche surtout en *Tentaculites*, *Brachiopodes* et *Trilobites* (*Phacopidés*).

M. Barrois qui, à diverses reprises, a eu la bienveillance d'étudier cette faune, a reconnu, parmi les échantillons communiqués, les espèces suivantes :

Ctenacanthus sp.
Harpes venulosus Corda.
Phacops miser Barr.
Prætus dormitans Richter.
Hyolites cf. *nobilis* Barr.
Tentaculites Geinitzianus Richter.
Orthoceras cf. *bohemicum* Richter (non Barrande).
Spirifer cf. *micropterus* Schlt.
Cyrtina heteroclyta Richter (non Defrance).
Orthis sp.
Leptæna interstriata (— *Orthis pecten*) Richter.
Leptæna corrugata Richter (non Portlock).
Panenka cf. *pernoides* Richter.
Dualina sp. voisin de *major* Barr.

« Plusieurs espèces citées, dit M. Barrois, *Orth. bohemicum*, *Cyrt. heteroclyta*, *Lept. corrugata*, ne nous paraissent pas correspondre aux types de ces espèces de Barrande, Defrance et Portlock, mais se

(1) A la Vinya Negre, les gisements de Graptolites et de Phacops étant en contact, il n'est pas étonnant que parmi les fossiles du niveau à Phacops remis à M. Barrois, il ait reconnu un échantillon de *Monograptus vomerinus*.

rapportent, croyons-nous, aux espèces figurées depuis (à tort) sous ces noms par Richter. Les documents en notre possession ne nous permettent guère en raison de leur mauvaise conservation, d'en faire actuellement une description critique ; ils suffisent toutefois à montrer des relations inattendues avec la faune dévonienne de Thuringe. »

Cette faune appartient, disait M. Barrois (1) en 1891, « au sommet du Silurien (étage F), à ces niveaux élevés qu'il convient peut-être mieux de ranger à la base du Dévonien. Cette opinion a été confirmée depuis les nouvelles découvertes que nous avons faites en 1891. »

On pourrait rapporter les calcaires griottes de cette région au Silurien supérieur, niveau à *Cardiola interrupta*, puisque à Santa-Creu-d'Olorde, au sud-ouest de Papiol, les mêmes calcaires griottes renferment cette espèce. On sait d'ailleurs que le niveau à *Cardiola interrupta* est supérieur en Bohème, en Thuringe au niveau à *Monograptus*.

En résumé, il y a aux environs de Barcelone quatre gisements du Silurien supérieur, tous à peu près de même niveau : Montcada, Vallcarca, Bruguès, que nous avons déjà visités, et Cervello, que nous verrons ce soir, et quatre du Dévonien inférieur : Montcada, Vallcarca, Papiol et Bruguès. Il faut y ajouter Santa-Creu (v. p. 799).

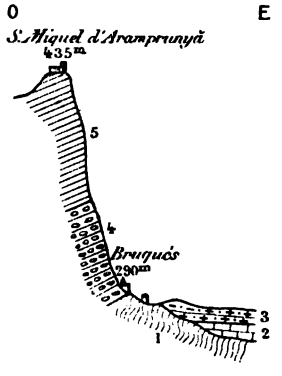


Fig. 22 — Coupe de la colline de San Miquel d'Aramprunyà. Hauteur : 155 mètres.

1, Schistes à *Graptolites* ; 2, Calcaire à *Encrinus* ; 3, Schistes à *Phacops* et calcaires marneux ; 4, Poudingues de la base du Grès bigarré ; 5, Grès bigarré.

L'ermitage de Bruguès, où le déjeuner avait été préparé, est construit sur le poudingue siliceux de la base du Trias, à la limite du Trias et des schistes paléozoïques (fig. 22). Après le déjeuner, la Société a examiné la haute falaise au pied de laquelle est construit Bruguès : elle est formée d'abord par le Grès bigarré seul, et plus au nord elle s'élève davantage, le Muschelkalk surmontant le Grès bigarré. Cette falaise, au-dessus de Bruguès, se distingue de très loin à cause de sa hauteur assez grande (435 mètres) ; au sommet est un ancien fort en ruines aujourd'hui, appelé San-Miquel-

(1) Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XX, p. 64.

d'Aramprunyà (fig. 22 et 23). Elle forme la limite du Paléozoïque. Sa longueur, du sud au nord, dépasse 25 kilomètres ; elle va de Bruguès au roc de Droc, en face de Papiol.

On reprend ensuite les voitures qui doivent conduire jusqu'à Bégas. La route longe d'abord le poudingue de la base du Trias, puis en montant elle coupe le Grès bigarré bien stratifié, micacé, plongeant vers le sud-ouest, arrivant presque jusqu'au sommet du plateau de Bégas. Au-dessus vient le Muschelkalk en concordance avec le Grès bigarré, constituant la butte du Padro ; à la base le calcaire est dolomitique ; la partie supérieure (444 mètres) abonde

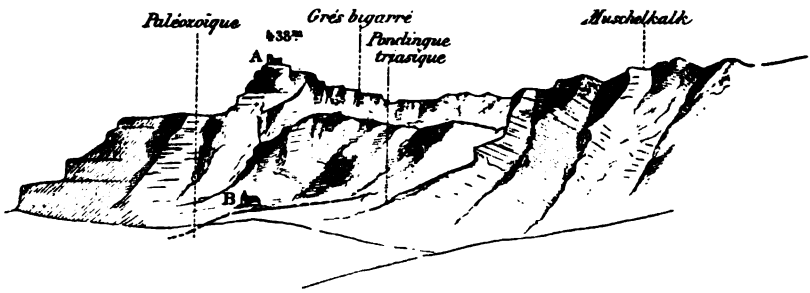


Fig. 23. — Vue de la falaise triasique (Grès bigarré) d'Aramprunya à Begas.

A, Château de San-Miquel-d'Aramprunya ; B, Ermitage de Notre-Dame-de-Bruguès.

en *Gyroporelles*. Ce Muschelkalk a ici une épaisseur de 60 mètres, il se prolonge jusqu'auprès du vieux château d'Aramprunyà, mais est interrompu par le large ravin de la Sigronera, qui commence dans le reçsaut de la ferme Las Planas (fig. 24), sur lequel nous nous trouvons. De ce point, on aperçoit au sud-ouest de ce petit plateau les argiles rouges gypsifères (Keuper de La Guixera), ainsi appelées du gypse jadis exploité.

Sur les argiles gypsifères repose une série de couches calcaires litées, sans fossiles, montant jusqu'à 120 mètres au-dessus de Las Planas et constituant la colline de la Desfeta (513 mètres) (fig. 22). Ces couches ont fait à la Société l'impression de l'Infra-lias.

Du sommet de la colline du Padro, où nous nous arrêtons quelques minutes, on est frappé du beau panorama qui s'étend surtout à l'est et au sud : au sud-est les villages de Gava et de Viladecans, la fertile plaine du delta de la Llobregat et la Méditerranée ; à l'est, le Montjuich, Barcelone et le massif du Tibidabo ; au nord, Molins

de Rey et la falaise triasique dont nous avons parlé plus haut ; à l'ouest la fertile plaine triasique de Bégas, le massif urgonien du Montau que nous allons traverser, et le massif crétacé de la Morella appartenant à la côte de Garraf.

En descendant la colline par son flanc nord, sur la route de Bégas, nous revoyons dans une tranchée les calcaires du Muschelkalk, très minces ici, avec *Mentzelia Mentzeli* et *Terebratula vulgaris*. De Bégas nous nous dirigeons vers Vallirana, marchant d'abord sur les argiles rouges, cargneules et dolomies blanc-grisâtre, du Keuper. Il se prolonge à l'ouest où ses couches sont redressées, formant une sorte de boutonnière dans l'Infra-Crétacé, du côté d'Olesa de Bonesvalls. Dans les psammites argileuses rouges intercalées dans les bancs de dolomies ou de marnes, au sud-ouest vers le col Fé, on trouve des moules de tiges de végétaux cannelés à la surface, mais elles sont rares. Sur elles reposent des calcaires marneux lités à *Natica gregarea?*, *Corbula*, etc., que l'on voit près de la ferme Massaneta-de-mas-Grau, au delà du col Fé.

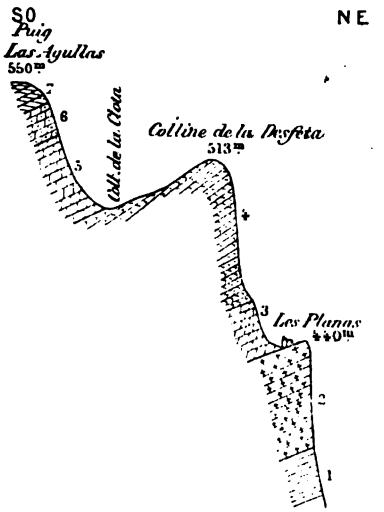


Fig. 24. — Coupe du Trias et du Crétacé du pic de las Agullas à la ferme des Planas. Échelle des longueurs : 1/50.000.

1, Grès bigarré ; 2, Muschelkalk ; 3, Psammite rouge à gypse et cargneules ; 4, Calcaire marneux ; 5, Psammite rouge ; 6, Dolomie noire ; 7, Calcaire lacustre à *Paludestrina*.

Avant d'atteindre le crétacé on trouve des dolomies noires à odeur bitumineuse sous le choc du marteau, reposant sur les couches supérieures du bord de la plaine (Keuper ou Infra-Lias). Elles forment la base du versant méridional des collines de Montau et de Sotarro entre lesquelles nous allons passer. Au point que traverse le sentier la dolomie n'existe pas, et on passe directement du Trias aux calcaires à *Matheronia* de l'Infra-Crétacé, à la sortie de la plaine de Bégas. Le calcaire urgonien à *Matheronia* sp. est compact et en bancs plongeant légèrement à l'ouest ; il forme une grande partie du plateau que nous traversons et appelé le Pla d'Ardenya. A droite du

col de ce nom, et au sommet, on voit un lambeau de calcaire marneux à *Orbitolina lenticulata*, *Rhynchonella lata*, *Terebratula sella*, etc., par conséquent aptien. L'Aptien se voit encore à l'extrémité nord-est du plateau et à l'ouest, constituant presque tout le massif montagneux qui sépare le Panadès de la mer.

A l'extrémité septentrionale du plateau nous retrouvons la dolomie noire que nous avons vue à la sortie du plateau de Bégas, surmontée aussi par des calcaires lacustres à *Paludestrines* et *Physes*, supportant à leur tour les calcaires urgoniens. Le calcaire lacustre et la dolomie s'étendent à droite et à gauche du sentier, à droite jusque sur le sommet du Sotarro, reposant sur le Trias supérieur, et à gauche plongeant sous l'Urgonien pour réapparaître dans la falaise nord-ouest du plateau. Ce calcaire lacustre est noir ou grisâtre, tendre, léger, à odeur bitumineuse, rempli de fossiles (Gastropodes) empâtés dans la roche ; il contraste, dans la falaise, par sa nuance sombre avec le calcaire blanc, compact et dur à *Matheronia*. Sur le bord nord-est de la falaise que nous parcourons, les dépôts lacustres et marins présentent une faible épaisseur relativement à celle du côté occidental, où le calcaire lacustre et le calcaire dolomitique atteignent 130 mètres d'épaisseur et constituent les pics Bernat et de l'Hosca. Ceci indique que la limite du lac ou de la mer urgonienne ne dépassait pas beaucoup cette falaise.

En descendant l'autre versant, nous trouvons les couches blanches argileuses ou dolomitiques qui correspondent au niveau supérieur du Keuper dans la région. Elles constituent le sommet de la colline dominant Vallirana, appelée le Serrat del Suro, et reposent sur des couches marneuses à ciment alternant avec des calcaires. Ces derniers reposent sur les psammites rouges, argileux, gypsifères : au-dessous viennent le Muschelkalk et le Grès bigarré.

Dans la partie sud du vallon de Vallirana, le Trias a subi de fortes pressions en tous sens et ses couches sont très disloquées et plissées de façon irrégulière.

Par contre, du côté nord du vallon on voit une falaise triasique élevée (510 mètres) qui présente la stratification la plus régulière et dans laquelle on distingue parfaitement les trois termes du Trias. Les couches plongent seulement légèrement à l'ouest.

On y distingue (fig. 25) : 1° le *Grès bigarré*, avec poudingue à la base, qui affleure dans le fond du ravin ; 2° le *Muschelkalk*, formant une corniche escarpée ; 3° le *Keuper*, constitué par des argiles psammitiques gypsifères, des calcaires noduleux à Fucoïdes, des cargneules et des calcaires marneux avec Fucoïdes. Le Keuper forme

le rocher de Can Rafel (510 mètres), couronné par un dépôt de cailloux urgoniens probablement oligocènes.

Quelques membres de la Réunion trouvent une très grande similitude entre cette falaise et la corniche de Bédarieux (triasique à la base et infraliasique au sommet), et ont pensé que ces couches supérieures étaient infraliasiques, ainsi que l'avait pensé M. Carez, la première fois qu'il visita la région.

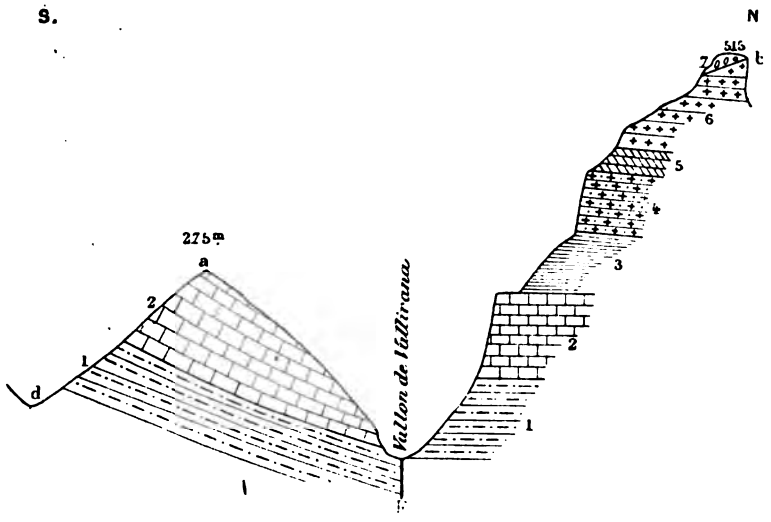


Fig. 25. — Coupe transversale du vallon de Vallirana. — Longueur : 1 kilomètre.

1, Grès bigarré ; 2, Muschelkalk ; 3, Argile rouge à gypse ; 4, Calcaire marneux lité à *Fucoïdes* (Keuper) ; 5, Cargneules ; 6, Calcaire marneux lité à *N. gregarea* ; 7, Dépôt de cailloux (Oligocène ?) ; a, Serra Corredera ; b, Rocher Rafeli ; d, Ravin Campderros.

Ce sont ces mêmes couches que nous avons vues dans la colline de la Desfeta, à Bégas, et que nous avons sous nos pieds ici au col de las Portas.

Malheureusement, ni à Bégas, ni ici on n'y trouve de fossiles propres à fixer leur âge. Nous n'y avons rencontré que des baguettes de *Cidaris transversa*?, *Natica gregarea*, très rares, et des *Fucoïdes*. A Fontrubi, dans les calcaires intercalés dans les gypses, nous avons recueilli une faune, composée de *Lingules*, *Myophories* et autres bivalves, qui a de grandes ressemblances avec celle qu'a décrite d'Alberti : *Myophoria Goldfussi* et *M. vulgaris*, en particulier s'y rencontrent.

Nous ne partageons pas l'opinion des membres de la Réunion au sujet de l'Infra-Lias, car les couches les plus élevées ont le même aspect et le même faciès que celles qui reposent directement sur les lits gypsifères; de plus le gypse se trouve aussi dans les niveaux les plus élevés de la formation. Dans ce même vallon, à 1 kilomètre vers l'ouest, le gypse se voit entre les couches marneuses jaunâtres les plus élevées et la dolomie sombre qui forme la base du Crétacé, comme on vient de le constater. On peut vérifier ce fait dans les autres points de la contrée, où le Keuper est bien développé, comme à Fontrubi et du côté de la Llacuna, où les couches gypsifères montent jusqu'au sommet de la formation avec les cargneules caractéristiques.

Après ces observations, on a continué à descendre le flanc nord du Serrat del Suro, vers le village de Vallirana, et le long du chemin on revoit les calcaires à ciment à *Natica gregarea*, les psammites, les argiles rouges gypsifères exploitées autrefois, et le Muschelkalk, au fond du ravin, le tout plongeant vers l'ouest. A droite le Muschelkalk se relève, ses bancs plongent vers le sud ; il forme la Serra Corredera, sur laquelle est le cimetière. Cette colline est la suite du Serrat del Suro que nous venons de franchir, mais le Keuper y a été enlevé par l'érosion.

Au fond du vallon où est le village, on remarque une dénivellation très nette des couches du côté droit et du côté gauche (fig. 25) : le Muschelkalk butte par faille contre le Grès bigarré ; en amont cette même faille fait butter le Keuper contre le Muschelkalk, elle suit la direction du vallon et se prolonge vers l'ouest jusqu'à 1 kilomètre au delà, où elle met en contact le calcaire urgonien et la dolomie noire infracrétacique.

De Vallirana la Société se dirige vers la gare de Molins de Rey, où elle doit prendre le train. Jusqu'à Cervello (1 kilomètre) la route coupe le Grès bigarré ; après, elle entre dans les schistes siluriens à graptolites en partie masqués par le lehm quaternaire. Ils franchissent la vallée du Llobregat et vont rejoindre le massif du Tibidabo, croisés par de nombreux filons de diabase. A 3 kilomètres de Cervello nous nous arrêtons pour visiter le gisement de Graptolites du ravin de Guadalo, au pied de la torre Vileta. Ces schistes, contrairement à ceux de Bruguès, sont noirs, ampéliteux et leur faune appartient, d'après M. Barrois, au niveau le plus bas de l'étage de Wenlock. M. Barrois y a reconnu :

Cyrtograptus Murchisoni Carr.
Monograptus colonus Barr.
Monograptus Riccartonensis Lapw.

Sur ce même versant, mais à un niveau plus élevé de 100 mètres environ, les schistes sont blancs et on y trouve le *Monograptus priodon* (1).

En allant vers la gare de Molins de Rey nous voyons sur la rive opposée du Llobregat la montagne de Santa-Creu, formée de schistes siluriens couronnés par un lambeau de calcaire compact à facies de griotte aussi silurien, surmonté à son tour par des couches marneuses tout à fait discordantes. Ces calcaires marneux présentent le faciès de ceux de Vallcarca, Coll et Montcada (dévoniens). Dans les schistes blancs on y trouve :

Monograptus priodon Brong.
» sp.
Bastrites peregrinus Barr.

Dans le calcaire inférieur on trouve :

Orthoceras.
Cardiola interrupta Sow.
Lunulicardium confertissimum Barr.
Encrinus, tiges.

Les couches supérieures marneuses, discordantes sur les couches inférieures, renferment :

Orthoceras sp., *r.*
» sp., *c.*
» sp., *cc.*
Panenka cf. *humilis* Barr., *c.*
» sp.
Kralowna cf. *catalaunica* Barr., *c.*
» sp.
Nucula sp.
Præcardium quadrans Barr., etc.

Les schistes à *Graptolites* doivent appartenir à la base du Silurien supérieur (Llandovery Tarannon). les calcaires compacts encore au Silurien supérieur (niveau du Camprodon) et les couches supérieures marneuses à la base du Dévonien (niveau de Vallcarca-Montcada). Au sujet de la richesse en Lamellibranches, M. Barrois fait remarquer que c'est un caractère commun à toutes nos faunes siluriennes, indiquant que les conditions physiques n'ont guère varié dans la contrée à cette époque (2). Le carbonifère se trouve adossé contre le massif silurien (schistes à Graptolites).

Immédiatement après avoir quitté la Torre-Vileta, nous entrons dans les limites de la mer pliocène, par le rivage opposé à celui de Papiol. Sur la gauche, à 250 mètres de la route, près de la ferme Mascaro, se voit un petit lambeau de marnes plaisanciennes recouvert par les sables jaunes astiens. On y recueille :

(1) Cette détermination est due à M. Rupper John, grâce à M. Barrois.

(2) Ch. Barrois, Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 67.

Nassa semistriata Broc.
» *Hörnesi* May.
Ringicula Gaudryana Morlet.
Chenopus Uttingerianus Risso.
Turritella subangulata Broc.
Arca diluvii Lamk.
Barbatia lactea Lin.
Yoldia nitida Broc.
Corbula gibba Olivi.
Ostrea lamellosa Broc.
» *cucullata* Born.
Ostrea Perpiniana Font.
» *Companyoi* Font.
Anomia ephippium Lin.
» » var. *striata*.
Pecten scabrellus Lamk.
» *Bollenensis* Mayer.
» *Labnœ* May.
» *sub-Labnœ* Alm. et Bof.
» *cristatus* Bronn.
» *pes-felis* Lin.
Lithodomus lithophagus Lin., etc.

Ce sont les couches supérieures de Papiol qui se prolongent jusqu'ici reposant, selon les points, soit sur les schistes paléozoïques, soit sur le Trias. On les distingue facilement à leur couleur claire blanchâtre ou jaunâtre, des grès bigarrés rougeâtres et du Paléozoïque de teinte sombre.

Avant d'arriver au pont nous remarquons une tranchée dans le Quaternaire, constitué à la base par des galets faiblement cimentés par du travertin recouvert d'un manteau de lehm à nodules qui recouvre les contrées basses.

A 6 heures, la Société prend, à Molins-de-Rey, le train qui la ramène à Barcelone.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU JEUDI 6 OCTOBRE, A CASTELLDEFELS ET COSTAS DE GARRAF

par M. J. ALMERA.

Le jeudi matin 6 octobre, la Société quitte Barcelone à 5 h. 25 pour Castelldefels, où les voitures nous attendaient pour nous conduire pendant la journée le long du littoral de Garraf. Hier, nous avons traversé le massif montagneux de Bégas du S. au N., aujourd'hui nous le longerons par son bord littoral ou du N.-E au S.-O.

Avant d'entreprendre la course par le littoral de la mer, à notre arrivée à Castelldefels, nous visitons la colline située tout près de la gare et qui porte à son sommet le château restauré de M. Girona, ainsi que l'église. Elle est entourée du côté du S.-O. et du S.-E., de sables surmontés par le lehm du delta de la Llobregat.

Cette colline (65 mètres) est constituée par des marnes et des dolomies blanchâtres et des grès rouges formant des bancs plongeant vers le S.-O. Le plongement nous indique d'une façon nette que les dolomies blanches surmontent les grès rouges qui se montrent au sommet et dans tout le versant est de la colline. Ce sont les couches les plus élevées intercalées entre la dolomie noire infracrétacique et les assises qu'on attribuait hier à l'Infralias. Le temps a fait défaut hier pour les étudier à Vallirana, où la série se montre complète et normale. Là, elles couronnent les assises triasiques supérieures, et renferment le second dépôt de gypse dont nous avons parlé hier, et qui se trouve en contact avec la dolomie noire; mais ici le gypse supérieur manque et la stratification a été troublée.

De plus, les couches, dans cette extrémité sud de la formation, ont subi un rejet de 1 kilomètre vers l'O., par l'effet duquel nous les trouvons séparées des couches inférieures qui restent à Gava, où elles constituent la butte du Calamot. Ces mouvements ont été aussi accompagnés d'un affaissement de plus de 400 mètres, différence du niveau entre le plateau de Bégas (où nous avons vu ces couches hier) et Castelldefels. Quant aux couches rouges à gypse inférieur, nettement keupériennes, elles s'y montrent un peu vers le nord à 800 mètres d'ici; elles ont été en partie enlevées par les érosions

ou sont en partie cachées sous le manteau quaternaire qui s'étend entre Castelldefels et Gavà.

La Société croit y voir aussi des couches qui pourraient être rapportées au Lias, ou au Rhétien, ou aux dolomies hettangiennes, grâce à leur ressemblance avec les roches de Provence correspondant à cet étage.

Malheureusement les documents paléontologiques y font défaut pour trancher leur âge d'une façon certaine. C'est seulement à Bégas, près Coll-Fé, comme je le disais hier, que j'ai trouvé dans le lambeau lenticulaire de grès rouge psammitique, un fragment de moule de tige cannelée (*Equisetum ?*), et des *Natica gregarea* dans les marnes qui surmontent les grès rouges et qui sont à leur tour surmontées par la dolomie noire.

A ces faits qui m'empêchent de partager l'opinion de la Société et qui me font pencher en faveur du Trias le plus supérieur, j'ajouterai que dans la chaîne de la Llacuna, où ces mêmes couches sont très développées, comme on le verra dans la troisième feuille géologique devant paraître prochainement, j'ai trouvé des plaques pétries de *Natica gregarea, Turbonilla* sp., *Avicula Bronni* Müns., var.

De plus, à Pontons, outre le gypse, la galène, la blende et la calamine jadis exploitées, existent dans ce niveau dont les couches sont surmontées par des cargneules et celles-ci par une lumachelle où j'ai reconnu *Cassianella* sp. voisine de *C. decussata* et *C. planidorsata*, très fréquentes surtout la première à San-Cassian del Torre (1).

J'ai d'abord attribué cette formation au Lias, mais la persistance du gypse au niveau supérieur dans toute la contrée et surtout ces fossiles que je viens de découvrir m'ont amené à modifier mon avis à ce sujet.

Après avoir fait le tour de l'ancien château, dont le sous-sol travertineux a fourni un gros fragment de pubis d'*Elephas ?* nous sommes revenus à la route où les voitures nous attendaient pour nous transporter au pied de la première butte des côtes de Garraf, appelée la Torre Barona (60 mètres), à 1 kilomètre de Castelldefels, dernier contrefort du massif crétacé de la Morella (596 mètres).

Avant d'y monter, les membres de la Réunion ont vu les dunes qui bordent le littoral sableux de la mer et les sables qui, jetés par le vent contre la falaise, y restent appliqués, cachant sa partie inférieure et moyenne.

(1) MM. Bergeron et Munier-Chalmas ont eu l'amabilité de les contrôler avec les échantillons de la Sorbonne.

Il y a seulement 150 ans, les vagues battaient cette falaise, qui, maintenant, est à plus de 350 mètres de la mer.

Outre l'histoire et la tradition qui nous assurent de ce fait, nous en avons les preuves dans la présence de Mollusques littoraux marins plaqués par le travertin actuel contre les parois de la petite grotte du promontoire nommé Morro de Gos, presque déjà disparu, par suite de l'exploitation du calcaire pour la chaux. En effet, avec M. Bofill, nous y avons récolté, à 1 m. 50 de hauteur sur le sol, des espèces vivant aujourd'hui sur la côte :

Mytilus galloprovincialis Lamk.	*Venus gallina* Lin.
Arca Noæ Lin.	*Mactra stultorum* Lin.
Pectunculus violacescens Lamk.	*Patella cærula* Lin.
Cardium edule Lin.	*Conus mediterraneus* Brug.

Ceci nous montre nettement les progrès de l'empiètement du delta de la Llobregat, qu'on sait être d'environ 2 mètres par an, et le soulèvement de la côte à cet endroit.

Puis l'attention se porte sur la falaise constituée par des dolomies noires plongeant fortement d'abord vers l'ouest, et reposant

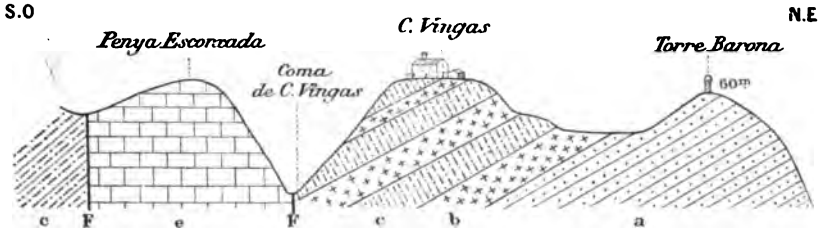


Fig. 26. — Coupe de Torre-Barona à Penya-Escorxada. — Echelle 1/00.000.

a, Dolomie noire (Purbeckien ?) ; b, Calcaire lacustre à *Paludestrina* (Wealdien) ; c, Calcaire compact à *Matheronia* alternant avec le calcaire lacustre (Barrémien) ; e, Calcaire marneux à *Pholadomya semicostata* (base de l'Aptien).

directement sur les précédentes couches gréseuses rouges, dont nous voyons un lambeau tout près de nous à la ferme Aymerich. Dans la falaise littorale de Garraf, nous trouvons toute la série de couches dont le massif est constitué ; nous y verrons en même temps les accidents dynamiques qui l'ont affecté (fig. 26) :

1° *(a)* Dolomie foncée et même noirâtre. C'est la même que nous avons traversée hier de Bégas à Vallirana. Elle plonge fortement (20° à 30°) vers le S.-O., présente un aspect bréchoïde et dégage une odeur fétide sous le choc du marteau. Son épaisseur est variable : elle n'atteint ici que 120 mètres environ, tandis qu'à l'ouest de Vallirana elle dépasse 350 mètres. Elle forme une sorte de cein-

ture de largeur et d'épaisseur variables autour et à la base du massif crétacé, et nous la reverrons à diverses reprises pendant la course d'aujourd'hui. Du promontoire de Torre Barona, elle continue vers l'intérieur du massif constituant d'abord le chaînon de la Pleta-du-Ciervo (325 mètres) qui forme l'avant-dernier contrefort de la Morella, le Puig (Pic) des Agullas, la Soliu, Puig Sayada de Bégas, etc.

L'impression des membres de la Société a été que cette roche représente le Jurassique moyen (Bajocien et Bathonien ?) ou les couches du Larzac. Nous verrons bientôt qu'elle est peut-être plus récente. A sa partie supérieure on y voit intercalés des calcaires lacustres grisâtres, noirâtres, avec fossiles d'eau douce empâtés dans la roche. La dolomie disparaissant à la partie tout à fait supérieure, ces calcaires restent seuls et prennent part aussi à la constitution du massif.

2° A partir du petit col au-dessous de la tour, on entre complètement dans les calcaires lacustres *(b)*, continuation des dolomies. Ils reposent sur elles en discordance de stratification, plongeant toujours dans le même sens, mais moins fortement. Ils sont tendres, friables, légers, bitumineux, constituant une masse de 40 mètres d'épaisseur à peu près formée par des lits grisâtres foncés alternant avec d'autres de couleur plus claire. Certains bancs sont pétris de petites espèces lacustres et saumâtres ; mais malheureusement spécifiquement indéterminables. Nous avons recueilli avec M. Bofill les genres *Paludestrina*, *Bithynia* et *Physa*, qui semblent bien voisins des types du Wealdien. La présence du genre *Physa* ne permet pas de faire remonter leur âge au-dessous du Purbeckien, puisque c'est à cette époque, d'après ce qu'on sait jusqu'à présent, que ce genre a fait son apparition (1). Ces calcaires, étant intercalés dans la dolomie, celle-ci est donc du même âge et on ne peut l'attribuer au Jurassique moyen.

3° Une centaine de mètres plus loin, aux calcaires lacustres succèdent des calcaires compacts durs et plus lourds avec *Matheronia* sp. (2), empâtés dans la roche (fig. 26, *c*). Les couches sont moins inclinées, mais plongent toujours vers la même direction. Au-delà nous verrons que les calcaires à *Matheronia (c)* sont complètement indépendants des formations saumâtres. Ils buttent par faille contre la dolomie noire comme on peut le voir à peu de distance au N.-O. de la ferme Vinyas (autrefois San-Salvado), et doivent être rappor-

(1) F. Bernard. *Eléments de Paléontologie*, p. 512.
(2) La détermination de ce type est due à l'obligeance de M. Paquier.

tés au Barrémien récifal. Nous remarquerons pendant la journée qu'ils ont une grande puissance.

4° En descendant la colline, et après avoir franchi le ravin Coma-Vinyas, nous trouvons le premier lambeau (fig. 26, *e*) de calcaire marin intercalé par faille entre les calcaires à *Matheronia* qui buttent contre la dolomie noire. Ce lambeau, de 40 mètres de haut sur 70 de large, constitue la butte nommée Penya-Escorxada. Le calcaire qui la constitue est marneux, jaunâtre, il se montre dans la falaise en bancs irréguliers reposant sur des calcaires plus durs et plus foncés, pétris de Foraminifères et renfermant des *Cerithium*. Il est assez fossilifère. La faune est littorale; elle est riche surtout en Lamellibranches; voici les genres connus :

Aporrhais sp.
Ostrea de petite taille. Gr. *sandalina* Gold.
Avicula cf. *supracorallina* Ct.
Inoceramus sp.
Mytilus sp.
Arca sp.
Leda sp.
Cardium sp.
Lucina sp.
Protocardia sp.
Astarte sp. gr. *bulla*.
? *Pleuromya* sp.
Pholadomya semicostata Agass.
» *Trigeriana* Cott.
Anatina sp.
» sp.
Operculina cruciensis Pict. et Camp.
Orbitolina sp. (très rare).

Ces couches à faune littorale appartiennent à la base de l'Aptien : Nous ne les reverrons pas, n'étant visibles qu'en ce point de la falaise que nous parcourons ; mais elles se montrent à divers endroits dans ce même massif toujours plus élevées et plus développées, et surmontant partout les calcaires à *Matheronia*. Ainsi elles se trouvent au-dessus de la ferme Garraf, au sommet du Puig-de-la-Mala-Dona que nous traverserons cette après-midi ; et enfin à l'intérieur sur le versant du Panadès au-dessus du hameau de La Valenciana (Gelida), ainsi que vers la base du Puig-de-la-Mola (Olesa de Bonesvalls).

Elles passent en tous ces points aux couches nettement aptiennes à *Orbitolina conoidea*, *O. discoidea*, *Heteraster oblongus*, *Janira Morrisi*, etc.

Après cette intercalation, les couches à *Matheronia* (fig. 27, p. 806) suivent le bord littoral du massif, buttant toujours par faille contre la dolomie noire jusqu'au delà de la ferme de Vallbona, sur une longueur de 3 kilomètres.

Après avoir passé cette ferme et avoir reconnu, dans le calcaire à *Matheronia* de la route, des Ostréides (*Placunopsis* ?), accompagnés de *Terebratula Sueuri* Pictet, de Foraminifères (*Nonionina* cf. *Viller-*

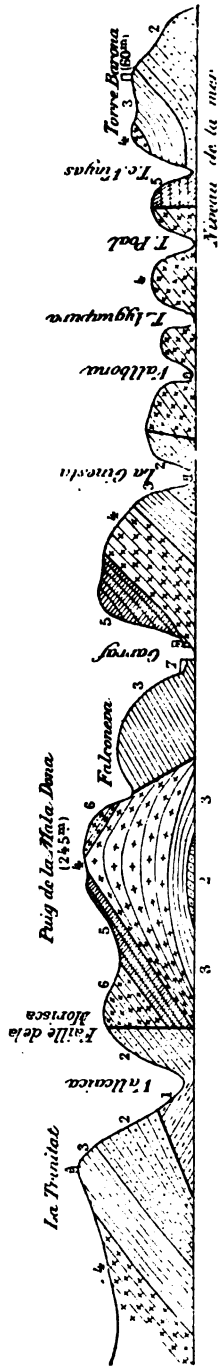


Fig. 27. — Coupe générale des falaises de Garraf. — Echelle 1/60.000 ; hauteurs libres.

1, Calcaires lités (Lias ?) ; 2, Dolomie noire ; 3, Calcaire à *Bithynia* ; 4, Calcaire à *Matheronia* ; 5, Marnes et calcaires à *Astarte* gr. *bulla*, etc. ; 6, Marnes et calcaires à *Orbitolina lenticulata*, etc. ; 7, Limons quaternaires.

sensis de Loriol), nous quittons la route et descendons à la voie du chemin de fer établie au niveau de la mer, pour mieux voir dans la tranchée le contact par faille du calcaire à *Matheronia* avec la dolomie qui revient. C'est dans le rocher nommé Peu-de-la-Costa, situé entre les fermes Vallbona et la Ginesta que nous retrouvons la faille verticale courbée. La dolomie atteint ici la mer et n'occupe que la petite anse de la Ginesta ; elle est surmontée par des calcaires lacustres ou saumâtres lités, plongeant 15° O.-S.-O., qui, à leur tour, sont surmontés par la masse de calcaire à *Matheronia* appelée Pic-de-Martell. Sur lui, reposent en discordance de stratification les lits marneux avec faune littorale, dont nous parlerons ensuite. Nous quittons la voie pour reprendre la route qui passe à 5 mètres au-dessus et avant de quitter le bord ouest de l'anse, nous retrouvons après la dolomie la même série, c'est-à-dire le calcaire lacustre à *Paludestrines* accompagné d'une assise de calcaires compacts lités à *Cerithes* et *Foraminifères*. Les couches plongent fortement vers le sud-ouest.

Au delà, nous retrouvons les calcaires compacts à *Matheronia* plongeant dans le même sens ; mais les petites failles y sont nombreuses et par conséquent le plongement des bancs varie à chaque pas ; sur le bord est de l'anse de Garraf le plongement devient très fort ; les couches sont presque verticales.

Quelques mètres au-dessus de la route, on voit les calcaires à *Matheronia* surmontés par d'autres calcaires

avec intercalations de marnes jaunâtres fossilifères. Ces couches plongent dans le même sens, mais ne sont pas tout-à-fait concordantes avec les couches à *Matheronia;* elles reviennent à plusieurs reprises et à divers niveaux dans ce versant, où nous n'avons pas eu le temps de monter. J'y ai trouvé les espèces suivantes :

Anomia sp.
Cardium sp. (3 espèces).
Nucula sp.
Perna sp.
Avicula sp. cf. *supra corallina.*
Arca sp.
Leda sp.
Lucina sp.
Astarte gr. *bulla.*
Pholadomya semicostata Agass.
Pteromya sp.
Anatina sp.
Corbula cf. *Forbesiana* de Lor.
» cf. *inflexa* Rœmer.
Cyrena cf. *Villersensis* de Lor., etc.

Vers le sommet les calcaires deviennent lités uniformément plus marneux et fossilifères, à odeur bitumineuse sous le choc et tout à fait analogues à ceux de la Penya-Escorxada, que nous avons vus près de la ferme Vinyas. Ils forment un plateau de peu d'étendue nommé Pla-de-Llacsi. La faune en est encore littorale et bien semblable à la précédente, mais elle renferme quelques types spéciaux et quelques-unes des espèces y sont plus fréquentes.

On y trouve entre autres espèces :

Nerinæa Utrillasi Vern. et Coll. ?
» *Dupiniana* d'Orb.
» *Carteroni* d'Orb.
Cerithium terebroides d'Orb. ?
Bulla avellana Pict. et Camp.
Janira atava d'Orb., *c.*
Ostrea Boussingaulti d'Orb., var.
Cardium Euryalus Coq.
Tellina aff. *Carteroni* d'Orb.
Psammobia Studeri Pict. et Camp.?
Pholadomya Trigeriana Cott., *c.*
» *Cornueliana* d'Orb.
? *Thracia Carteroni* d'Orb.
Corbula Edwardsi Scharpe.
Operculina cruciensis Pict. et Camp., *c.*, etc.

Au delà, vers le N.-O., dans la localité du Pla-de-Llacsi, on voit le passage de cette assise à l'assise à *Orbitolina (O. conoidea* et *O. discoidea), Heteraster oblongus*, etc., constituée soit par des calcaires marneux, jaunâtres, grisâtres, soit par des calcaires compacts pétris d'*Orbitolines*. Cette assise, nous le verrons l'après-midi, est coupée par la route, à la Morisca.

Le niveau des couches à *Orbitolines* comprend la série la plus puissante, la plus fossilifère et la plus connue des géologues qui ont visité la région et se sont occupés du Crétacé inférieur. Dans ce massif, on distingue divers niveaux que nous verrons après le déjeuner.

L'anse de Garraf, ainsi que les anses de Vallbona et La Ginesta, est occupée par le limon quaternaire noduleux qui cache la roche

crétacée. Un pli-faille affectant cette roche, aidé par les érosions, a contribué à la formation de cette anse. En effet, tandis que dans le versant de Garraf les couches plongent, comme nous l'avons remarqué, vers le littoral, au contraire, sur le bord de la mer, à la pointe des Carabiniers (douaniers), elles plongent vers l'intérieur. En même temps, il y a eu dénivellation des couches formant les deux berges du ravin.

Après le déjeuner à la ferme de Garraf, où le propriétaire, M. Güéll, s'est fait un plaisir de recevoir la Société, nous nous sommes rendus en voiture à Vilanova, continuant un peu à la hâte l'étude de la falaise infracrétacique.

A Garraf la route coupe les couches les plus basses de l'Urgo-Aptien à faune littorale (*Cerithium*, *Ostrea*, *Anomia*, *Cyrena*, *Cardium*, *Anatina*, *Corbula*, etc.), dont l'ensemble a beaucoup de rapports avec la faune infracrétacée de Villers-le-Lac dans le Jura. Ces couches reposent sur les couches à *Matheronia* barrémiennes, qui se montrent vers le fond du ravin de Garraf que longe la route. La dolomie n'apparaît pas en ce point : on y voit une alternance de couches marines à *Rudistes* et de depôts saumâtres à *Bithynia*, dans le rocher escarpé de la Falconera, tout près de là.

Un peu plus loin, la route coupe les bancs urgo-aptiens calcaires durs à *Toucasia* voisins de *T. carinata* (1). Dans les calcaires sont intercalés des lambeaux marneux à *Orbitolina (O. discoidea, O. conoidea)*, *Pholadomya spheroïdalis*, *Echinospatagus Collegnoi*, etc. On peut voir cette intercalation près de la route dans le ravin de la Ensulsiada. Après avoir franchi ce ravin, la route décrit une courbe et remonte jusqu'au col du Pas-de-la-Mala-Dona. De ce col (85 mètres) la route, construite sur la falaise escarpée, redescend toujours pendant 1 kilomètre jusqu'au ravin de la Morisca (25 mètres).

Dans le court trajet qui précède le col, nous avons longé une faille qui met les couches à *Paludestrines*, formant le rocher Falconera du côté de la mer, en contact anormal avec les couches à *Orbitolines*. En même temps nous avons traversé un petit pli synclinal dont les bancs de calcaire, plongeant vers le S.-E., forment le côté E. de l'anticlinal du Pas-de-la-Mala-Dona auquel est due la haute falaise sur laquelle sont construites, à son niveau inférieur, la voie du chemin de fer et la route à son niveau moyen.

Dans cette falaise, qui a 245 mètres, se voit la série de toutes les couches que nous venons d'énumérer et qui entrent dans la consti-

(1) D'après M. Paquier qui a eu l'obligeance d'en faire l'étude. La section de la lame myophore la rapproche de *T. carinata*

tution de ce massif crétacé de Garraf. En bas affleure la dolomie noire baignée par la mer, qui lui donne une teinte noire plus accentuée. Au-dessus reposent des calcaires saumâtres, tendres, à *Bithynia* sp., *Cerithium* sp. dépassant le niveau de la voie ; les couches à *Bithynia* sont surmontées par des calcaires à *Matheronia* avec lentilles marneuses, noires, renfermant les espèces marines littorales suivantes : *Janira valanginiensis* Pict. et Camp., *Pinna* aff. *Ricordeana* d'Orb., *Ostrea* cf. *macroptera* Sow.

Dans le niveau moyen de la route ces calcaires marbrés qui montent jusque près du sommet de la falaise, renferment des lentilles marneuses, jaunâtres, avec :

Turbo cf. *intermedius* Land.
Natica Coquandiana d'Orb.
Cassiope sp. cf. *Lujani* Verneuil.
Ostrea cf. *macroptera* Sow.

Le sommet est constitué par des couches de calcaire marneux fossilifère, contenant la faune de la Penya-Escorxada et surtout du Pla-de-Llacsi, qui se trouve vers le N. de la ferme de Garraf, à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ici on trouve plus abondamment :

Nerinea Dupiniana d'Orb.
Janira atava d'Orb.
Pholadomya Trigeriana Cott.
Operculina cruciensis Pict. et Camp.

Ce niveau existe aussi près de la ferme Jacas (Bégas) dans le versant méridional de la Mola, à l'intérieur du massif.

Au-dessus des couches à faune littorale, viennent les couches aptiennes (*s. st.*) calcaires et marneuses ; les marnes y sont plus développées. De couleur jaunâtre, parfois blanchâtre, très fossilifères, elles ont disparu du sommet par suite des érosions mais elles subsistent sur le versant N.-O., au-dessous de la ferme Ametller (hameau de Campdasens), et dans le versant S.-O. du côté de la ferme Morisca, où elles sont coupées par la route. Elles renferment le 1er niveau à *Orbitolines*. On peut y recueillir : outre *Orbitolina discoidea*, *O. conoidea*, *Heteraster oblongus* un peu déformés, *Terebratula sella*, *Rhynchonella lata*, dont les membres de la Société ont ramassé des échantillons :

Ostrea Boussingaulti d'Orb.
Janira Morrisi Pictet et Renev.
Plicatula placunea Lamk.
Lima Cottaldina d'Orb.
Requienia Lonsdalei auct. (*carinata ?*).
Pinna Robinaldina d'Orb.
Circe sp.
Pholadomya spheroidalis Coq.
Pteroceras pelagi Brongn.
Trochus logarithmicus Land.
Tylostoma Rochatiana d'Orb.
Cassiope Pizcuetana Vilanova, etc.

Ce premier niveau à *Orbitolines* est surmonté bien au dessus de la route et dans le versant N.-O., par des marnes blanchâtres et jaunâ-

tres avec bancs de calcaire intercalés, renfermant le second niveau d'*Orbitolines*. Outre les *Orbitolines*, il contient les espèces suivantes :

Dendrogyra Carmonæ Mallada.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb., *c.*
Heteraster oblongus d'Orb., *r.*
Diplopodia Almeræ Lambert (in litt. vois. de *D. dubia*).
Codiopsis Lorini A. Gras.
Phyllobrissus Kiliani Lamb. in litt.
Discoides decoratus Desor.
Rhynchonella lata d'Orb.
Terebratula sella Sow.
Exogyra Couloni Defr. var. *aquila.*
Janira Morrisi Pict. et Renev.
Lima Cottaldina d'Orb., *c.*
Pinna Robinaldina d'Orb.
Arca sp.
Isocardia neocomiensis d'Orb.
Tapes paralella Coquand.
Natica sp.
Tylostoma Rochatiana d'Orb., etc.

Dans l'intérieur du massif, on trouve le passage du faciès littoral au faciès vaseux constitué par des marnes bleu foncé inférieures aux couches à *Orbitolines* et *Echinospatagus*. Ces marnes renferment des Ammonites caractéristiques de l'Aptien inférieur :

Acanthoceras cf. *Milletianum* d'Orb.
A. nodosocostatum d'Orb.
Sonneratia ?
Anisoceras (Ancyloceras ?) carcitanense Math.
Hamites sp. vois. de *Royeri* d'Orb., etc.

Tout cet ensemble de couches qui constituent ce massif infracrétacé correspond au faciès pyrénéen de l'Urgo-Aptien, puisqu'il est caractérisé par la prédominance exceptionnelle des calcaires récifaux à Rudistes et des couches à Orbitolines, tandis que la partie vaseuse devient mince et bien moins importante que la partie récifale.

A la Morisca, près du tunnel de la voie, nous remarquons une faille verticale bien nette dans laquelle les couches calcaréo-marneuses urgo-aptiennes, qui plongent vers le S.-O., viennent butter par faille contre la dolomie noire qui constitue la Punta (pointe) de la Morisca. La faille est dirigée E.-O. ; du côté E., elle entre dans la mer, du côté opposé elle passe par la butte de la Trinitat. A la partie inférieure de cette dernière butte, du côté de la mer, apparaît une faille faisant butter contre la dolomie noire des calcaires bien lités, rapportés unanimement, comme je l'avais fait, au Lias inférieur (1). Malheureusement les fossiles y font défaut. Ils présentent une physionomie tout-à-fait différente des calcaires que nous venons de voir pendant la journée.

Au-delà, sous les calcaires lités, viennent des calcaires en bancs minces accompagnés d'une dolomie grenue criblée de trous tapissés

(1) *Cronica cientifica*, t. XIV, p. 477, 1891.

de calcite. Ils ont été attribués à l'Infralias, quoique l'absence de fossiles ne permette pas de l'assurer. Ils constituent la Punta-Ferrosa de la falaise. Au-delà, vient la petite anse de Cala-Forn, où les calcaires sont masqués par le quaternaire bréchifère.

A un niveau plus élevé, au-dessus des calcaires liasiques, on retrouve la dolomie noire avec intercalations de calcaire à *Paludestrines*, *Cerithes*, etc., surmontée à son tour par le calcaire à Rudistes (*Matheronia* sp.). Ce dernier forme le reste de la côte jusqu'à Sitges, village bâti sur un rocher escarpé, baigné à sa base par la mer et entouré par ailleurs de limon quaternaire.

Le Quaternaire occupe toute la plaine ou anse de Sitges, sur plus de 2 kilomètres; il est limité au sud par la plage sableuse et, à l'est, au nord et à l'ouest, par le Barrémien récifal.

Au-delà de la plaine, nous retrouvons le calcaire barrémien sur lequel la route est tracée ; nous le quittons avant d'arriver au col de la Mata (ferme), où commence le bassin tertiaire de Vilanova.

Le P. Comaplá, Recteur du collège des PP. Escolapios, et M. le marquis de Samà, étaient venus au devant de nous, et nous attendaient au col.

Au col se montrent déjà les couches les plus basses du Miocène de cette contrée (Tortonien), le dépôt littoral de cailloux qui forme une ceinture autour du bassin de Vilanova, reposant dans tout le périmètre sur le calcaire infracrétacé qui limite le bassin. D'ailleurs le crétacé sert de substratum aux dépôts tertiaires qui occupent tout le bassin de Vilanova, dépôts qui appartiennent au Miocène moyen marin et au Miocène supérieur saumâtre.

Après un parcours de 4 kilomètres à travers la plaine, nous arrivons à Vilanova vers 7 heures.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU VENDREDI 7 OCTOBRE AUX ENVIRONS DE VILANOVA ET DE VILAFRANCA

par M. **J. ALMERA.**

Aperçu général du bassin de Vilanova

Ce bassin, de peu d'étendue, a la forme d'un cirque, ouvert seulement du côté de la mer. Géographiquement il est limité au N. par le massif infracrétacé du Montgros (375 mètres) et ses contreforts miocènes; à l'E. par la colline infracrétacée de Miralpeix (107 mètres) et celle de San-Cristophol (30 mètres) baignée par la mer; au S. par la mer et à l'O. par le petit promontoire de San-Gervasi (25 mètres), les collines des fermes Vallès (77 mètres) et Roqué (105 mètres). Géologiquement il s'étend plus loin, surtout du côté N.-E., puisqu'il n'y est limité que par le cercle de collines crétacées, dans lequel le village et la plaine de Ribas sont compris. Il comprend une étendue d'environ 16 kilomètres carrés. Trois ruisseaux le traversent : celui de la Piara, qui a sa source au N.-E., dans la ferme Serra, celui de la Pastera, qui descend de la ferme Artis au N.-O., et celui de San-Juan, qui coule du hameau Las-Mesquitas situé plus au N.-O. Tous trois débouchent dans la Méditerranée, par l'ouverture qui existe entre les promontoires infracrétacés de San-Cristophol et San-Gervasi.

Il s'agit donc d'un golfe des derniers temps de la période miocène, qui pénétrait entre la chaîne du Montgros et le chaînon littoral de Miralpeix-Benaprès jusqu'à l'emplacement de Ribas, bien que ce dernier bassin soit aujourdhui à un niveau supérieur à celui de Vilanova. C'est ce que prouvent la nature lithologique des dépôts qui actuellement séparent ces deux petits bassins, et les espèces marines contenues dans ces couches : Elles appartiennent toutes à la même époque tortonienne-pontienne, ainsi que nous allons le voir.

La course de ce matin a surtout pour objet d'étudier les dépôts tertiaires du bassin. Dès le matin, les membres de la Réunion, accompagnés du P. Recteur du collège des Escolapios et de M. le marquis de Samà, se sont rendus au promontoire infracrétacé de

San-Cristophol, où se trouve le phare. Nous retrouvons la même série de couches qu'hier, au commencement des Costas-de-Garraf; la dolomie noire, à la base, et les calcaires marbrés à *Matheronia* avec intercalations de calcaire à *Bithynia*. Dans la tranchée de la voie nous avons cherché vainement le contact normal de la dolomie avec le Barrémien; des failles s'opposent toujours à ce que cette superposition soit visible.

Puis nous avons remonté la colline qui porte la maison Solicrup, en traversant de nouveau le calcaire urgonien et un lambeau du quaternaire limoneux, travertineux, qui masque l'Urgonien et une partie du Tortonien marin, et nous sommes arrivés à la ferme construite sur le Tortonien à *Ostrea gingensis*, *Pecten galloprovincialis*, etc.

Sous la ferme Solicrup même, une coupe montre la succession des assises du Tortonien marin, suite des assises du centre du bassin, relevées sur les bords.

Voici la série (fig. 28), qu'on trouve de haut en bas :

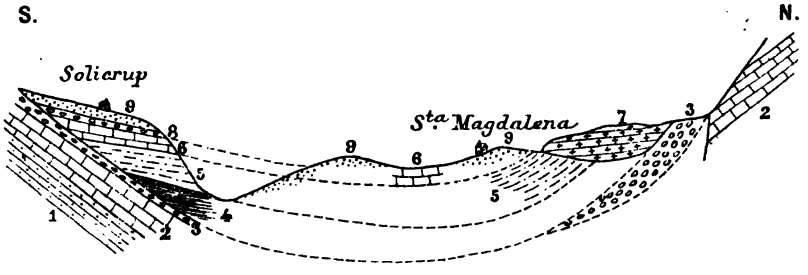


Fig. 28. — Coupe du bassin tertiaire de Vilanova. — Echelle de 1/60.000.

1, Dolomie noire; 2, Calcaire barrémien; 3, Dépôt inférieur de cailloux roulés (Tortonien); 4, Couche argileuse bleuâtre (Tortonien); 5, Couche argileuse gréseuse à *Pecten galloprovincialis*; 6, Banc de calcaire grossier à *P. cathedralis*; 7, Marnes à *Potamides* (Pontien); 8, Dépôt de cailloux supérieur; 9, Limon quaternaire.

1° Dépôt mince de cailloutis (Quaternaire) (N° 8 de la coupe), 0m50.

2° Banc de calcaire grossier (N° 6), pétri de moules et d'empreintes d'espèces littorales, parmi lesquelles *Turritella cathedralis* Brong. est très abondant (Epaisseur, 3m50), avec :

Nassa flexicostata Bellardi.
Conus Berghausi Michelotti.
» *Tarbellianus* Grat.
» *canaliculatus* auct.
Pleurotoma asperulata Lamk.
» *Jouanneti* Desm.
Cerithium pictum Bast.
Turritella (*Proto*) *rotifera* Desh.
Ostrea gingensis Schlot. Elle forme des bancs avec *O. crassissima* dans d'autres endroits de la bordure

O. digitalina Dub.
Anomya ephippium Lin.
» *costata* Broc.
Pecten latissimus Broc.
Leda pella Lin.
Cardium aculeatum Lin.
Lucina ornata Agass., var.
Lucina exigua Michelotti.
Venus Dujardini Hornes.
» *multilamella* Lamk.
» *plicata* Gmelin.
Lutraria sanna Bast.
Panopæa Menardi Desh., etc.

3° Argiles jaunâtres sableuses (N° 5), 8m, avec :

Mesalia Cabrierensis Tourn.
Turritella bicarinata Eichv., *c.*
Scalaria tenuicostata Michaud.
Nucula nucleus Lin.
Tellina planata Lin.
Corbula gibba Olivi, *cc*, etc.

A la partie inférieure, elles deviennent plus sableuses et les Pectens y sont fréquents :

Pecten galloprovincialis Math.
» *vindascinus* Font.
Pecten cf. *Hausmanni* Goldf., etc.

4° Argiles jaunâtres et bleuâtres (N° 4) formant au centre le niveau le plus bas, avec *Pleurotomes (P. semimarginata)*, *Trochus* (*T.* cf. *Bosciensis* Brong.), etc.

5° Dépôt inférieur de cailloux calcaires de la base du Tortonien (N° 3) reposant directement sur la formation infracrétacée. Il forme la bordure du bassin. Epaisseur variable, selon les points, de 3 à 8 mètres.

Les couches tortoniennes sont recouvertes, au centre du bassin, par le Quaternaire superficiel de la plaine. Nous allons les retrouver à travers la plaine à 2 kilomètres au N. de Solicrup, près de l'ermitage de Santa-Magdalena. Là, nous voyons qu'à la série marine succède un dépôt saumâtre. En effet, derrière Santa-Magdalena, dans la route transversale de la Torre del Veguer, nous revoyons les sables fins marins avec *Corbula gibba*, *Ervilia pusilla*, *Tellina*, *Venus*, etc., surmontés par des marnes litées blanchâtres, bitumineuses (N° 7), avec nombreuses empreintes de *Potamides* et de *Bythinia*.

Au delà en amont, au pied de la colline du Veguer (côté du S.), à la base, on voit des marnes verdâtres, jaunâtres, friables, dont la teinte est due à l'altération des oxydes de fer qu'elles contiennent sous forme de nodules. Ces couches ont de 6 à 7 mètres d'épaisseur.

Au-dessus viennent des lits marneux criblés de belles empreintes en creux de fossiles saumâtres et surtout de *Potamides* ainsi que de moules d'*Helix*.

Du côté du N., la couche à *Potamides* repose directement sur le dépôt inférieur bréchoïde de cailloux calcaires avec sables qui repose à son tour sur le calcaire infracrétacé. La puissance de

l'ensemble du dépôt saumâtre est d'environ 65 mètres. Les espèces ne sont pas nombreuses, mais les échantillons de *Bithynies* et surtout de *Potamides* sont assez abondants.

Avec M. Bofill, nous avons décrit et figuré les espèces suivantes trouvées en ce point (1) :

Potamides catalaunicus A. et B.
» *Gertrudensis* A. et B.
Melania (?) *catalaunica* A. et B.
Bithynia Luberonensis Fisch. et Tourn., var. *venerea* Font.
» *Luberonensis* Fisch. et Tourn., var. *minor* A. et B.
» (?) *Cubillensis* A. et B.
Neritina Grasiana Font., var. *catalaunica* A. et B.
Helix Turonensis Desh., var. *tortonica* A. et B.
Limnæa Bouilleti Michaud, var. *Gertrudensis* A. et B.
» *Garnieri* Font., var. *Rippensis* A. et B.
» *subminuta* A. et B.

Cette faunule et les rapports stratigraphiques de ces couches avec le Tortonien marin, nous indiquent que ce dépôt doit être attribué au Pontien. Cette opinion a été unanimement celle de la Société.

Cette formation saumâtre ainsi que le dépôt marin, outre quelques lambeaux au centre du bassin, apparaît sur la bordure N. et N.-O., et s'étend bien au-delà vers l'O. Elle passe par la ferme Ricart, franchit la rivière Foix et atteint les hauteurs de la ferme Puig-de-la-Tiula (Cubellas).

Après le déjeuner et la visite du Musée Balaguer à Vilanova, la Société est partie en voiture pour Vilafranca, traversant de nouveau tout le bassin tertiaire du S. au N. Vers la bordure septentrionale nous retrouvons dans la tranchée de la route le calcaire marneux pontien avec moules d'*Helix Turonensis*, var. *Tortonica*, qui repose sur des cailloutis de rivage mélangés à des sables.

Un peu plus loin nous revoyons le calcaire compact barrémien à *Matheronia* avec *Bithynia*. Il forme l'anticlinal que nous allons traverser. Dans les bancs qui plongent déjà vers le N. avant d'arriver au col appelé Alt-de-San-Juan de Canyellas nous voyons une petite lentille de marnes jaunâtres avec *Orbitolines* (*O. discoidea*, *O. conoidea*), *Heteraster oblongus*, *Pholadomia spheroidalis*, *Circe* sp., etc., intercalées dans les bancs calcaires et déjà aptiennes. A un niveau plus élevé, vers l'O., nous voyons des marnes blanchâtres assez étendues avec abondance de :

Echinospatagus Collegnoi.
Rhynchonella lata.
Terebratula sella.
Lima Cottaldina, etc.

(1) Fauna salobre tortonense de Vilanueva y Geltra, 1895 (*B. R. A. de Ciencias de Barcelona*).

Le bassin de Canyellas, que nous traversons, constitué par l'Aptien, est recouvert par un manteau de lehm quaternaire. Dans le village nous trouvons le deuxième étage méditerranéen transgressif, reposant sur le Crétacé. C'est lui qui constitue la petite butte, sur laquelle l'église, le cimetière et l'ancien fort sont construits ; à la base on y voit un conglomérat bréchoïde à éléments calcaires d'origine locale, surmonté par un calcaire récifal avec *Ostrea gingensis*.

On le voit des deux côtés du ruisseau qui longe la route, surmontant le Crétacé en discordance de stratification. Il contient :

Cerithium pictum Bast.
» *mutabile* Grat., var.
» *europæum* May.
Turritella cathedralis Brong.
» *terebralis* Lamk.
» *gradata* Menk.
Pecten galloprovincialis Math.
» sp.
Lithodomus lithophagus L.
Chama gryphoides Lamk.
Lucina exigua Michelotti.
Venus Aglauræ Brong.
Tellina compressa Broc.
Lithothamnium sp.
et des Polypiers et des Bryozoaires.

Ces couches ne sont qu'un simple faciès d'estuaire du deuxième étage méditerranéen ; elles ont été déposées par la mer, qui a dépassé la lisière du Panadès passant par le hameau d'Arbossa. C'est l'unique point où l'on voit ce dépôt lié à la formation synchronique du Panadès. C'est un lambeau de 15 à 20 mètres d'épaisseur, de 4 kilomètres de longueur et de 1 kilomètre de largeur.

Au-delà nous quittons le deuxième étage méditerranéen et nous retrouvons l'Infracrétacé jusqu'à la montée du hameau de Plana-Rodona (San-Miquel d'Olerdola), où nous le voyons surmonté en discordance, non par le deuxième étage méditerranéen, mais par le premier (Burdigalien supérieur). Nous voici à l'entrée de la plaine du bassin miocène du Panadès. La présence de cet étage dans cette bordure méridionale du bassin nous montre d'une façon nette que l'effondrement de ce bassin date d'avant le Miocène.

Les berges élevées du ruisseau de Canyellas, que nous longeons à partir du village de ce nom, nous montrent à la base l'Aptien, et plus haut le Burdigalien. Dans la tranchée de la route nous voyons ce dernier débuter par des poudingues à éléments calcaires parfois de 2 à 5 mètres de puissance, formés aux dépens de la roche sous-jacente et consistant en cailloux plus ou moins roulés, la plupart de grosse dimension. Ils sont surmontés par un calcaire compact et dur à *Lithothamnium* appelé calcaire moellon par M. Vezian. C'est une roche qui montre nettement le voisinage du rivage de la mer burdigalienne.

Au-dessus vient un calcaire, mi-cristallin, mi-compact, bariolé de jaune et de rouge caverneux, à cassure plane, qui détermine une surface plus ou moins grenue, ou en rapport avec la structure cristalline de la roche. Il forme une masse d'une grande puissance dont la stratification est indiquée à de rares intervalles par des intercalations de poudingue à petits éléments, en lits très minces, ou de sables jâunâtres. A certains niveaux on y trouve de petits *Dentalium*, des *Echinides*, et surtout des *Polypiers*, qui atteignent un grand développement au-dessous de l'église de San-Miquel-d'Olerdola, construite au sommet de la formation.

Dans le niveau le plus supérieur, il devient moins compact, plus dur et plus grenu et les *Pecten* et *Ostrea* y sont nombreux, formant en certains points de vrais bancs. Ce calcaire forme presque tout le versant méridional du haut Panadès, et par conséquent il est traversé par la route de Vilanova à Vilafranca.

Nous nous dirigeons vers La-Vall (ferme) et Los-Monjos, que nous avons à notre gauche (à 6 kilomètres S.-O.), et où sont le gisement de Céphalopodes barrémiens (faciès vaseux) et celui de Pectens (*P. præscabriusculus*, var. *catalaunica* = *P. catalaunicus* A. et B.) du Burdigalien supérieur.

Nous quittons donc la route avant d'arriver à Vilafranca, et par le village de Moja nous allons à La Vall. Nous trouvons d'abord l'Helvétien à faciès marneux, blanchâtre, à *Pereiræa Gervaisi*, puis les marnes jaunâtres à moules de Lamellibranches, sur lesquelles est construit le village de Moja. Au-delà, enfin, près de La-Vall, dans la petite tranchée ouverte pour la construction de cette petite route, nous retrouvons à gauche le calcaire burdigalien de la Plana-Rodona et de San-Miquel, plongeant légèrement (3° à 5°) vers le centre du bassin du Panadès. Dans le vallon de La-Vall nous voyons les calcaires marneux barrémiens à Céphalopodes exploités pour la fabrication du ciment. Nous nous contentons de prendre les échantillons mis de côté par les ouvriers et nous nous dirigeons à travers les couches marneuses et phosphatées à *Orbitolines* et à *Echinospatagus* (Aptien) et vers le gisement de *Pecten* du Burdigalien, dont les couches reposent directement en discordance de stratification sur l'Aptien dans le ravin de Monjos.

Nous y recueillons *Pecten præscabriusculus* et ses variétés de grande taille, *P. subbenedictus* et au delà, vers l'O.-N.-O., longeant toujours le ravin de Monjos, nous retrouvons des couches marneuses à moules de fossiles helvétiens, à *Schizaster Scillæ* très fréquents, *Pecten subpleuronectes*, *Venus Dujardini*, etc. La nuit nous a empêché de voir

les couches marneuses à *Pereiræa Gervaisi*, sur le bord de la rivière Foix, que nous traversons pour nous rendre au village de Monjos, où les voitures nous attendent pour nous conduire à Vilafranca. Demain nous verrons cette assise plus développée à San-Pau d'Ordal.

La coupe du ravin de Monjos et du bassin du Panadès est devenue classique, soit au point de vue des rapports entre le Crétacé et le Tertiaire, soit pour la série miocène. Cette coupe est la suivante (fig. 29) :

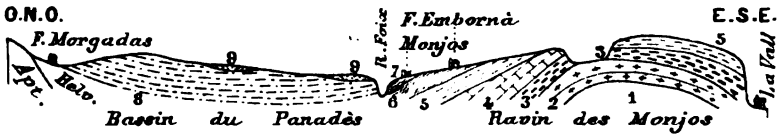


Fig. 29. — Coupe du ravin de Monjos et du bassin du Panadès. Echelle de 1/80.000.

1, Calcaire marneux ; 2, Marnes bleues à Céphalopodes (Barrémien-Aptien) ; 3, Marnes jaunâtres claires à Céphalopodes à la base et à Orbitolines en haut ; 4, Couches marneuses à *Orbitolina* et *Echinospatagus Collegnoi* (Albien) ; 5, Calcaire grossier à *Pecten præscabriusculus* var. *Catalaunica* et calcaire marneux (Burdigalien) ; 6, Marnes (Helvétien) ; 7, Marnes bleuâtres à *Pereiræa Gervaisi* (Helvétien) ; 8, Marnes et sables tortoniens et pontiens ; 9, Lehm quaternaire noduleux.

1° A la base existe une série de couches marneuses (N° 1 de la coupe) de couleur claire, tendres, régulières, très pauvres en fossiles, plongeant vers le N. de 15° à 25°, constituant la butte que limite le vallon de La-Vall (c'est un vallon d'érosion) par son côté sud. Au sud, elles sont en contact par faille avec des calcaires compacts, durs, à faciès récifal. On y remarque un contraste, entre les deux assises, au point de vue soit de l'allure générale, soit de la composition de la roche, contraste accusé aussi par la différence de la végétation dans l'escarpement du ravin qui descend du côté du Corral Rossell. Il s'agit donc d'une faille grâce à laquelle on distingue nettement le Barrémien à faciès récifal de celui à faciès vaseux qui forme tout le fond du vallon.

2° Au-dessus viennent des argiles bleues (N° 2) qu'on exploite pour la fabrication du ciment, correspondant au niveau le plus supérieur du Barrémien vaseux. Elles contiennent des Ammonites en quantité. M. Kilian y a reconnu :

Nautilus neocomiensis d'Orb.	*Phylloceras Moretianum* d'Orb.
Anisoceras carcitanense Math.	» cf. *Goreti* Kilian.
(= *Hamites Orbignyanus* Forb.).	» cf. *thetys* d'Orb.

Acanthoceras cf. *Stobiescki* d'Orb.
» cf. *Clementi* d'Orb.
» *Milletianum* d'Orb.
» cf. *Milletianum* d'Orb.
» *Bergeroni* Seunes ?
» *crassicostatum* d'Orb.
» *nodosocostatum* d'Orb.
Desmoceras Parandieri d'Orb.
Ancyloceras (*Crioceras*) *Honnorati* d'Orb.
Ancyloceras Matheroni d'Orb.
» *hammatoptychum* Uh.
Crioceras sp.
Leptoceras Escheri Ooster.
Leptoceras sp.
Hampes d'*Heteroceras* de grandes dimensions.
Hamulina vois. de *Royeri* d'Orb.

3° Au-dessus, dans l'escarpement N. du vallon, on voit reposer en stratification concordante des couches marneuses (N° 3) blanchâtres, grisâtres, passant aux couches précédentes. Elles forment aussi des lits de 0m20 à 0m30 d'épaisseur et renferment à la base de rares Ammonites. Leur épaisseur est à peu près de 5 mètres.

4° Après vient une série de couches marneuses (N° 4) phosphatées, verdâtres ou jaunâtres, pétries d'*Orbitolines*, avec intercalations de lits durs calcaires de 0m30 à 0m35 d'épaisseur. Cette assise du côté est du vallon (exploitation du ciment) est mince, tandis que du côté ouest elle est plus puissante. A mesure que nous montons, les bancs calcaires augmentent en épaisseur et ils prédominent au sommet, constituant la butte du Corral-de-l'Emborna. Ils sont pétris de débris de fossiles et forment une véritable lumachelle. Ils plongent vers le nord, d'abord avec une inclinaison faible de 5° à 10° et plus loin sous un angle de 70°. Les espèces les plus fréquentes sont

Ancyloceras sp.
Natica sp.
Tylostoma Rochatiana.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb.
Phyllobrissus cf. *Gresly.*
Orbitolina discoidea A. Grc.
Crinoïdes sp.

5° Au-dessus repose transgressivement un dépôt de poudingues très peu important en cet endroit, mais qui devient très épais vers le S.-O., à la chapelle de San-Llorens. Ici il a le faciès d'un dépôt de rivage à éléments locaux à peine cimentés, tandis que vers le S.-O. il a le caractère d'un dépôt de falaise.

6° Ce poudingue est surmonté, d'après ce qu'on voit au bout du ravin, par un calcaire marbré (n° 5) mi-cristallin, qui forme un rocher escarpé de 8 mètres de hauteur. Il repose soit sur le poudingue littoral (côté de l'E.), soit directement sur les bancs aptiens à *Orbitolines* redressés. A la base, où les *Lithothamnium* sont fréquents, il renferme du côté E. des cailloux roulés provenant du conglomérat et du côté opposé on y voit une brèche de calcaire à *Orbitolines* provenant des bancs sous-jacents fortement relevés. Ce

calcaire est pétri de Bryozoaires, *Schizoporella linearis* Hass (?) et il renferme, de plus, des empreintes et des moules de Mollusques littoraux, entre autres :

Triton corrugatus Lamk.
Pyrula condita Brongn.
Strombus Bonelli Brong.
Nassa Basteroti Micht.
Columbella subulata Bell.
Natica sp.
Turritella turris Bast.
» *cathedralis* Brongn.
Ostrea sp.
Pecten substriatus d'Orb.
» sp.
Cardium turonicum May.
Leda pella Lin.
Lucina multilamellata Desh.
» *Haidingeri* Hörn.
» *columbella* Lamk.
» *Agassizi* Micht.
» *ornata* Ag.
Venus ovata Penn.
» *multilamella* Brocc.
Mactra triangula Ren.
Lutraria sanna Bast.
Corbula gibba Olivi.
» *retrosulcata* Font., etc.

7° Sur ce banc de calcaire mi-cristallin, où les *Pecten* sont rares, repose une série de couches de calcaires caverneux, granuleux, avec intercalations de couches moins dures, plus marneuses, plus sableuses (N° 5), où les *Pecten* abondent.

Un peu plus loin, tout près de la ferme Emborná, ces calcaires reposent directement sur un mince dépôt de conglomérat à éléments aptiens, perforés par des *Lithodomus*. Le banc dur à Bryozoaires y fait défaut.

Les espèces de cet horizon sont les suivantes :

Pecten præscabriusculus Font. var., *r*.
» *præscabriusculus* Font., var. *catalaunica* A. et B., *cc*.
præscabriusculus Font., var. *præocupercularis* A. et B., *c*.
» *præscabriusculus* Font., var. *Telarensis* Kilian, *r*.
» *præscabriusculus* Font., var. *expansa* A. et B., *r*.
Pecten præscabriusculus Font., var. *orbicularis*, *r*.
» *Malvinæ* Dub.
» » var. *major* A. et B.
» *latissimus* Brocc., *r*.
» *Michaelensis* A. et B.
» *polychondrus* A. et B.
» *elegans* And.
» sp.

c'est le niveau le plus élevé du 1er étage méditerranéen ou Burdigalien.

8° Au-delà vient une série de couches marneuses, un peu sableuses au début, friables, plongeant comme les précédentes vers le N.-O. C'est l'horizon des calcaires à moules (N° 6) avec quelques *Pecten*. Leur épaisseur est de 20 à 25 mètres. Un manteau de lehm travertineux quaternaire les recouvre. C'est le niveau le plus bas de l'Helvétien ou deuxième étage méditerranéen. On y trouve : *Pecten subbenedictus* Font., *P. subpleuronectes* d'Orb., *P. galloprovincialis* Math., *P. Suzensis* Font., et en outre diverses espèces de

Gastropodes : *Pyrula condita, Fusus* sp., etc., et de Lamellibranches : *Venus Dujardini* Hörn., *Cytheræa pedemontana* Ag., *Pholadomya alpina* Ag., *Corbis* nov. sp., etc.

9° Après cet horizon viennent des couches ayant les mêmes caractères, renfermant à profusion des *Schizaster ;* c'est la zone à *Schizaster Morgadesi* Lamb. *in litt.* qui s'étend jusqu'à Santa-Margarita-dels-Monjos. On y trouve, outre *Sch. Scillæ :*

Halitherium fossile Cuv.
Carcharodon megalodon Ag.
Neptunus (*Lupea*) *granulatus* Mil.-Edw.
Natica redempta Micht.
Cassis saburon Lamk.
Pyrula rusticula Bast.
» *condita* Brongn.
» *cornuta* Ag., var.
Pecten Gentoni Font.
» *subpleuronectes* d'Orb.
» *galloprovincialis* Math.
» *bryozodermis* A. et B.
Lucina miocenica Micht., v. *Catalaunica* A. et B.
Venus Dujardini Hörn.
Cardilia Deshayesi Hörn.
Tellina planata L.
» *strigosa* Gm.
» *compressa* Brocc.
Panopæa Menardi Desh.
Pholadomya alpina Math.
Lutraria sanna Bast.
» *oblonga* Chemn.
Mya sp., etc.
Spatangus sp.
Schizaster sp., etc.

10° Auprès de la rivière Foix on voit reposer sur les couches précédentes des marnes friables (fig. 29, N° 7) bleuâtres, en concordance de stratification. C'est le niveau le plus bas à *Pereiræa Gervaisi* et *Lucina miocenica* var. *Catalaunica* qui apparaît nettement dans la berge du ruisseau Foix. Il appartient encore à l'Helvétien. Les espèces les plus fréquentes sont :

Pereiræa Gervaisi Vézian.
Rostellaria Dordariensis A. et B. (du type de la *R. dentata* Grat.).
Murex spinifer Bell., var.
Voluta rarispina Lamk.
Pleurotoma calcarata Grat.
» *asperulata* Lamk.
» gr. *Aquensis* Grat.
» *semimarginata* Lamk.
Turritella turris Bast.
» *turris* Bast., var.
» *bicarinata* Eichw.
» *cathedralis* Brong.
» *rotifera* Desh.
Conus Dujardini auct.
» *Mercati* Broc.
Conus pelagicus Broc.
» *Puschi* Micht.
Ringicula quadriplicata Morlet.
Natica millepunctata Lamk.
» *helicina* Brocc.
Cancellaria lyrata Broc., var. *angusta* A. et B.
Pecten subpleuronectes d'Orb., *cc.*
» *galloprovincialis* Math.
Venus plicata Gm.
Arca diluvii Lamk., var.
Lucina miocenica Micht., var. *Catalaunica* A. et B.
Clavagella bacillaris Desh., etc.
Trochocyatus latero-cristatus E. H.

Au-delà de la rivière, vient le Tortonien fluvio-continental (N° 8) ou saumâtre composé de sables fins, de marnes, ou d'argiles jaunâ-

tres, bleuâtres, bigarrées, recouverts, çà et là, par des lambeaux de lehm quaternaire. Il occupe tout le milieu du bassin : demain nous le traverserons de Castellvi à la Marca, et vers San-Pau d'Ordal.

Sur le bord opposé du bassin, l'Helvétien et l'Aptien présentent les mêmes relations.

M. **L. Carez** ne croit pas à l'âge aquitanien de la granulite qui pointe auprès de Papiol. Bien que la rapidité de la course ne lui ait pas permis d'étudier la question avec tout le soin qu'elle comporterait, il a pu voir un contact à peu près vertical de la granulite et de l'Aquitanien, et ce dernier terrain ne présente aucune trace de métamorphisme, ni aucune pénétration d'apophyses de la roche éruptive. Le contact paraît être par faille, ce qui expliquerait l'absence de galets de granulite dans les poudingues tertiaires.

M. **Bergeron**, sans oser se prononcer sur l'âge de cette granulite de Papiol, signale deux arguments en faveur de son âge tertiaire : on n'a vu aucun galet de granulite dans les conglomérats qui l'entourent et elle a un faciès tout particulier.

Il fait observer qu'à Bruguès on a vu des schistes, des calcaires et des lydiennes, représentant respectivement le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère, tous affectés de nombreux plis. Comme le Trias repose sur les schistes siluriens, on peut en conclure qu'il y a eu des dislocations avant le début de l'époque secondaire et les plis signalés font partie des ridements hercyniens, comme il était bien probable. Ainsi que dans la Montagne Noire, la poussée qui a renversé plusieurs de ces plis venait de la région effondrée, celle occupée actuellement encore par la mer.

M. **Dollfus** fait observer qu'après l'examen des vastes parois rocheuses au-dessus de Vallirana, il ne lui paraît pas possible de discuter davantage la coupe de la voie ferrée au-delà d'Olésa, il y a certainement deux grands horizons calcaires triasiques et, il n'y a plus moyen d'imaginer d'accident stratigraphique faisant considérer les couches supérieures comme une réapparition de celles de la base. A Bruguès les mêmes critiques ont surgi qu'à Olésa, et les divers membres de la Société ne se sont pas trouvés d'accord ; à Vallirana la question est résolue dans le sens où MM. Almera et Bofill nous l'ont présentée et par l'existence d'un calcaire dolomitique à fucoïdes culminant, distinct du Muschelkalk.

M. **L. Carez** présente les observations suivantes :

Bruguès et Vallirana. — Les couches des environs de Bruguès et Begas ne donnent pas de solution de la question soulevée à Olésa ; la région est trop visiblement faillée pour qu'on puisse tirer argument de la récurrence apparente du grès rouge et du calcaire au-dessus des argiles à gypse.

A Vallirana, au contraire, la succession est des plus nette et peut être suivie sur une grande longueur de falaises dénudées. On voit de bas en haut :

1° Des grès rouges (Grès bigarré).
2° Un calcaire compact (Muschelkalk).
3° Des argiles gypsifères généralement rouges avec quelques bancs de grès (Keuper).
4° Un calcaire marneux à fucoïdes, avec quelques lits de cargneules.

Je n'hésite pas à rapporter les couches n° 4, à l'Infralias et peut-être aussi partiellement au Lias, comme je l'avais déjà fait il y a vingt ans, à cause de la similitude absolue de faciès avec l'Infralias (et le Lias) du midi de la France.

Cette assise est d'ailleurs bien différente du deuxième calcaire d'Olésa, et de plus, il est à remarquer que l'on ne voit pas ici deux assises de grès rouge comme à Olésa. L'examen de la belle coupe de Vallirana confirme les remarques que j'ai faites ci-dessus relativement aux couches triasiques des environs de la gare d'Olésa.

Costas de Garraf. — L'abondance des failles rend très difficile l'étude de cette région ; néanmoins nous avons pu constater l'existence de trois ensembles bien nets.

1° Succession de calcaires en petits bancs à cassure conchoïde et taches brunes, que je rapporte à l'Infralias et au Lias.

2° Dolomie noire avec intercalation de calcaires à fossiles d'eau douce.

3° Calcaire et marnes avec Requienies, Orbitolines, *Heteraster oblongus*, etc. — Urgonien.

Cette succession est identique à celle que l'on reconnaît partout dans les Pyrénées françaises et les Corbières, où la dolomie appartient au Jurassique (moyen ou supérieur), tandis que M. Almera pense que l'assise N° 2 de Garraf doit être rattachée au Crétacé.

Tous les contacts de 2 et de 3 que nous avons examinés le long de cette falaise de Garraf étaient des contacts par faille, dont il n'y a par conséquent aucun argument à tirer ni dans un sens, ni dans l'autre ; par contre, nous avons pu constater en plusieurs points

que la dolomie recouvrait le Lias en concordance et sans aucune apparence d'arrêt de sédimentation. Je crois donc, à cause de la similitude absolue avec ce qui existe dans les Pyrénées françaises, que la dolomie de Garraf appartient encore au Jurassique ; les arguments paléontologiques que l'on fait valoir pour la rattacher au Crétacé ne me paraissent aucunement probants.

Je n'hésiterais pas, quant à moi, à classer dans le Jurassique une très grande partie de ce massif, teinté en Crétacé inférieur par M. Almera, sur sa belle carte géologique des environs de Barcelona.

M. **Depéret** fait constater que les couches à *Paludestrines* sont semblables aux couches bathoniennes saumâtres du Larzac.

M. **Stuart-Menteath** fait une communication *Sur les limites de la dolomie de Barcelone.*

En face de la côte de Barcelone on trouve en Italie, et notamment à Sorrente, les mêmes difficultés et contradictions apparentes qui se reflètent dans l'histoire des études locales des deux pays.

A Sorrente une dolomie semblable à celle de Castelldefels, Vilanueva, au sud de Barcelone, etc., est presque inséparable des couches à *Orbitolina lenticulata* et Poissons du Crétacé inférieur. Le contact est sillonné de petites failles attribuables à la dolomitisation et la contraction irregulière qui en résulte.

Il est important de voir que la série de Sorrente classée par Suess dans le Jurassique est reconnue aujourd'hui comme crétacée grâce à la présence d'*Hippurites* avec les *Ellipsactinea* à Capri et des *Orbitolines* avec les *Poissons* de Castellammare. Il faut donc se méfier des apparences sur la côte de Barcelone, et le faciès du Lias est fréquent dans le Cénomanien des Pyrénées. La belle coupe du chemin de fer au nord de Villanueva montre un passage irrégulier et insensible de la dolomie au calcaire à *Matheronia*, dont les couches à *Orbitolina lenticulata, Inoceramus* cf. *concentricus, Janira* des Pyrénées, *Pholadomya, Corbis*, etc., me paraissent un simple faciès comme dans les Pyrénées. Nous aurions donc sur la dolomie, comme à Sorrente, une croûte calcaire qui représente le Crétacé depuis l'Aptien jusqu'au Cénomanien, et dont la base irrégulière serait due à une corrosion chimique, attaquant des horizons quelconques, et donnant lieu aux dépôts travertineux de la surface de toutes les régions analogues. Ce serait un exemple du phénomène de la Haupt Dolomit dont la limite supérieure a occasionné des discussions qui peuvent, au nord de Villanueva, trouver une solution satisfaisante.

M. **Kilian** adresse les observations suivantes *Sur les Céphalopodes du Crétacé inférieur des environs de Barcelone.*

M. Kilian a eu l'occasion d'étudier une série de fossiles du Crétacé inférieur recueillis par M. l'abbé Almera. Indépendamment des Gastropodes, Bivalves, Brachiopodes, Echinides, Foraminifères (*Operculina crusiensis* Pict., *Orbitolina lenticularis* d'Orb.) du faciès urgonien, dont M. Almera a déjà publié des listes, il tient à signaler tout particulièrement :

a) Une série de Céphalopodes *barrémiens* ; Hampes de grands *Heteroceras; Ancyloceras* (*Crioceras*) *Honnorati* d'Orb., *Leptoceras Escheri* Ooster, etc., indiquant la présence du facies vaseux de cet étage, analogue à celui des Basses-Alpes, de l'Alpe Puez (Tyrol de Roumanie), etc.

b) Une série d'Ammonitidés de l'Aptien : *Ancyloceras Matheroni* d'Orb. (typique), *Ancyloceras* (?) (*Anisoceras*) *carcitanense* Math. sp., *Acanthoceras crassicostatum* d'Orb. sp., *Ac. nodosocostatum* d'Orb., *Ac. Remondi* Gabb. sp., et surtout de nombreuses formes du groupe encore peu étudié de *Ac. Milleti* d'Orb. avec prédominance de l'espèce figurée sous ce nom par Pictet, et qui ne peut être assimilée au type de la Paléontologie française et qui, en France (Clansayes, Apt, Perte du Rhône) comme en Suisse, est localisée sur des assises supérieures au Gargasien et très voisines du Gault.

Cette faune, si elle est sans mélange, paraît néanmoins encore aptienne malgré la présence de quelques types à affinités albiennes.

Une note plus détaillée sur ces intéressantes découvertes de notre infatigable et savant confrère Almera sera prochainement publiée.

SUR LE TRIAS A CÉRATITES ET SUR L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR DE LA GARE D'OLESA (BARCELONE)

par M. **Arthur BOFILL.**

A l'occasion de la visite de la Société géologique de France, aux couches triasiques de la gare d'Olesa (chemin de fer du Nord), où j'ai déjà signalé la présence d'Ammonitidés (1), j'ai l'honneur de lui faire part de quelques faits intéressants, relativement à la montagne de Puigventos, près de la gare, et sur la rive droite du torrent de San-Jaume.

D'abord, on est frappé de la position presque verticale, dépassant même quelquefois la verticalité, de ces couches triasiques (fig. 1).

1. — Nous voyons le Trias reposer sur les schistes paléozoïques (N° 1 de la coupe), fait très commun dans cette région. Jusqu'à ce moment je n'ai pas trouvé de fossiles dans ces schistes, mais, par leur situation et par leur faciès semblable à celui des schistes de la chaîne du littoral, dont l'âge a été mis hors de doute par notre confrère M. le chanoine Almera, ils peuvent être attribués au Silurien ou au Dévonien.

2. — On voit ensuite débuter le Trias par les couches de conglomérat à galets siliceux (N° 2) d'une faible puissance (de 5 à 15 mètres), fait aussi général dans cette région.

3. — Le grès bigarré (N° 3) ne présente pas ici la puissance de ces bancs de grès dur, presque toujours rouges, employés dans les constructions et si communs dans plusieurs endroits de notre Trias. On voit plutôt ces lits minces, gréseux, rouges, jaunes, verts ou bleuâtres, très chargés de mica, souvent assez friables, qu'on trouve toujours à proximité du Muschelkalk.

Dans cette partie supérieure, au Puig-de-la-Creu — qui fait partie du Trias de la même région de Puigventos, — dans les lits calcaréo-gréseux d'une faible épaisseur, d'un aspect pareil à ceux des couches du n° 4, j'ai trouvé des lumachelles avec des formes malacologiques caractérisant assez bien les couches de Werfen (= Grès

(1) A. Bofill. *Descubrimientos paleontologicos en el trias del medio y alto Vallés*, in : *Boletin de la R. Ac. de Cienc. y Art. de Barcelona*. Octobre 1893.

bigarré), selon l'avis de M. v. Mojsisovics, auquel j'ai eu l'honneur de soumettre ces fossiles, ainsi que les Ammonitidés des couches dont je vais m'occuper.

4. — Vient ensuite le Muschelkalk (N° 4), parfaitement caractérisé : calcaires compacts, nodules calcaires cimentés par des argiles jaunâtres, calcaires tabulaires. Il y a là *Mentzelia Mentzeli, Natica gregarea* et plusieurs autres espèces de Mollusques, avec des Fucoïdes.

C'est dans ces couches minces, tabulaires, qu'on trouve les Ammonitidés, dont la présence peut nous éclairer sur des faits intéressants. « Les Cératites des calcaires tabulaires cendrés et » jaunâtres du torrent de San-Jaume (gare d'Olesa), m'écrivait » M. v. Mojsisovics, doivent être attribués avec certitude au » Muschelkalk, et avec probabilité au Muschelkalk inférieur. La » plupart, et peut-être tous ces Cératites doivent être des espèces » nouvelles; néanmoins, elles ont incontestablement le type et » l'apparence des formes du Muschelkalk.

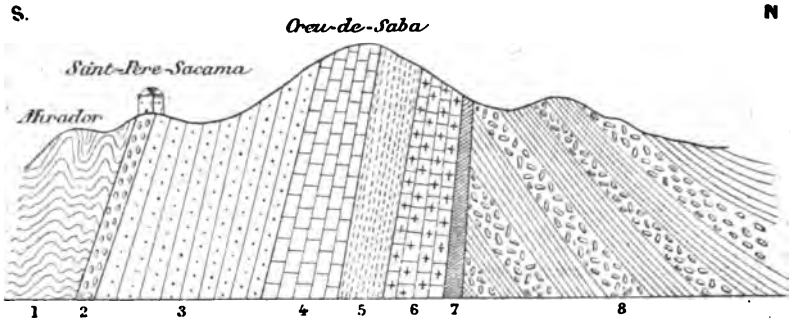


Fig. 1. — Coupe du Trias de la gare d'Olesa.
Longueur : 1 kilomètre ; hauteur : 300 mètres.

1, Schistes paléozoïques ; 2, Poudingue triasique ; 3, Grès bigarré ; 4, Muschelkalk à *Mentzelia* et *Ceratites* ; Psammites rouges à gypse ; 6, Calcaire marneux à *Natica gregarea* et Fucoïdes ; 7, Cargneules ; 8, Alternance de poudingues et de grès éocène inférieur.

» Il est plus difficile de décider si ce Muschelkalk appartient à la » formation germanique ou à la formation méditerranéenne. L'une » des espèces, que j'ai sous les yeux, rappelle très bien une forme » du Muschelkalk inférieur germanique : le *Ceratites antecedens* » Beyr. Parmi les autres formes, il m'a été impossible même de » reconnaître des rapports avec aucune forme méditerranéenne » connue. »

Malheureusement, dans ces couches à Cératites, on n'a pas encore

mis à découvert d'autres matériaux en meilleur état de conservation, qui puissent apporter plus de lumière sur cette question théorique si intéressante.

5. — Sur ces couches calcaires, et toujours en stratification concordante, on voit de nouveau des lits gréseux, très micacés, rouges ou bleuâtres, en couches très minces, d'une consistance parfois très faible, qui passent au grès marneux (N° 5).

C'est dans ces couches que, du côté de la Llobregat, près de « can Tobella », on trouve du gypse, notamment à l'endroit appelé pour ce motif « las Guixeras » (gisements de gypse). Aux divers endroits de notre Trias où le gypse apparaît, le faciès lithologique est presque le même que celui de ces couches qui, d'ailleurs, sont attribuées au Keuper.

6. — On voit au-dessus, encore en stratification concordante, des couches calcaires (N° 6). Presque partout, dans cette région, elles sont pétries de Fucoïdes. On y reconnaît aussi *Natica gregarea*, mais il ne m'a pas été possible d'y trouver la *Mentzelia* et moins encore les Cératites caractéristiques du Muschelkalk. Par l'absence de ces fossiles et par les considérations exposées dans le n° 5, il faudrait peut-être attribuer ce calcaire au terme supérieur du Trias.

7. — Il est à remarquer que ces couches se terminent presque toujours par des lits de calcaire tabulaire assez mince, très tourmentés, plongeant fortement vers l'Eocène inférieur, même aux endroits où les autres couches triasiques se présentent horizontales. On voit ces couches recouvertes par des marnes et des cargneules (N° 7).

8. — Enfin, en contact avec cette partie supérieure triasique, débutent les couches attribuées autrefois au Garumnien (N° 8). Elles sont toujours en discordance de stratification avec le Trias : dans toute la région elles sont presque toujours horizontales, ou plutôt faiblement inclinées vers le N.-N.-O. Néanmoins, ici elles débutent par des couches de conglomérat excessivement dur, à galets calcaires peu roulés offrant les premières strates très inclinées, mais qui reprennent non loin l'horizontalité que présente notre Éocène inférieur dans son étendue assez considérable (N° 8).

Ces couches de conglomérat, toujours de l'Éocène inférieur, se présentent parfois, dans la région, intercalées dans les marnes rutilantes, nodules et brèches calcaires à *Bulimus gerundensis*, et, ce qui est plus fréquent, les couches fossilifères sont déjà en contact avec le Trias, ou avec les schistes ou le granite, là où le Trias fait défaut.

Au dessus de ces couches l'Éocène inférieur acquiert un faciès assez différent. On voit les marnes, plus consistantes, d'une couleur rouge plus foncée, avec des Fucoïdes, alternant avec des bancs de grès dur, de même nuance. Ces derniers, d'abord d'une épaisseur très faible, deviennent de plus en plus puissant, au fur et à mesure que les marnes diminuent d'épaisseur.

9. — L'importante formation nummulitique repose sur ces couches, en stratification concordante.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES FAUNES SILURIENNES DES ENVIRONS DE BARCELONE (ESPAGNE)

par M. **Charles BARROIS.**

M. le chanoine Jaime Almera ayant bien voulu me confier nombre de fossiles paléozoïques recueillis par lui aux environs de Barcelone, j'ai pu à deux reprises déjà entretenir la Société de ses intéressantes découvertes (1).

Les récentes recherches de ce savant nous permettent de compléter et de préciser plusieurs de ses découvertes antérieures. Les nouveaux Graptolites, envoyés de Torre Vileta de Cervello (Province de Barcelone) mieux conservés et plus nombreux que ceux qui nous avaient été précédemment communiqués, permettent de préciser et de corriger les conclusions basées sur les premières déterminations. Parmi eux, en effet, nous avons reconnu :

Cryptograptus Murchisoni Carr. *Monograptus Riccartonensis* Lapw.
Monograptus colonus Barr.

Ces formes caractérisent des niveaux élevés du Silurien, notamment la base de l'étage de Wenlock.

Schistes pourprés de Papiol : La faune de Papiol offre un intérêt particulier, comme représentant, si nous ne nous trompons, la plus ancienne couche fossilifère de Catalogne. Les caractères des Trilobites (*Asaphidæ*) nous avaient permis de rapporter ce gisement à la faune seconde silurienne (Ordovicien), sans pouvoir en préciser davantage le niveau, en l'absence d'assimilations spécifiques avec

(1) *Annales Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 63 ; t. XX, p. 61.

des formes connues. Toutes les espèces rencontrées nous paraissant nouvelles, mériteraient d'être figurées et décrites. Nous signalions en effet : *Ogygia* sp. (cf. *desiderata* Barr.), *Asaphus* sp. (cf. *nobilis* Barr.), *Avicula* sp. (cf. *pusilla* Barr.), *Avicula* sp. (cf. *insidiosa* Barr.), *Synek* sp. (cf. *tremula* Barr.), *Orthonata* sp. (cf. *perlata* Barr.), *Lingula* sp., *Leptæna* sp. (cf. *sericea* Sow.), tiges d'*Encrines*.

Les récentes études de M. Brögger ayant mis en lumière les relations de *Ogygia desiderata* et de *Asaphus nobilis* avec le genre *Asaphellus* de M. Callaway, la faune de Papiol se trouve présenter des affinités avec la faune à *Euloma-Niobe* des régions septentrionales, par les caractères de ses Trilobites.

L'*Asaphellus* de Papiol, que nous comparions à *A. nobilis* Barr., est une espèce nouvelle, bien plus voisine de *Asaphellus Solvensis* Hicks (1) des couches de Trémadoc, que de l'espèce de Barrande.

L'*Asaphellus* de Papiol, comparée à *Ogygia desiderata* Barr., est une nouvelle espèce, très voisine, sinon identique, d'*Asaphellus innotatus* Barr. de Hof en Bavière (p. 69; pl. 1, fig. 30-32) (2).

On reconnaît en outre à Papiol, avec ces espèces :

Asaphellus cf. *Wirthi* Barrande, p. 66, pl. 1, fig. 7, de Hof.

Niobe cf. *Homfrayi* Salter : Pal. Soc., pl. 20, fig. 3-12.

(1) Hicks. *Quart. journ. geol. Soc.* Vol. 29, p. 39, pl. IV, fig. 10-16.

(2) J. Barrande. Faune silurienne de Hof en Bavière. Prague, décembre 1868.

LES ROCHES ÉRUPTIVES DE LA PROVINCE DE BARCELONE

par M. **Ramon Adan de YARZA.**

M. l'abbé Almera ayant bien voulu me charger d'étudier les roches éruptives de la province de Barcelone, je tâcherai d'indiquer dans cette note les divers types que j'ai pu reconnaître parmi les matériaux qu'il a recueillis dans ses patientes recherches et dont il a eu l'obligeance de m'envoyer des échantillons.

La contrée si bien étudiée par M. Almera offre des roches éruptives assez variées, surtout aux environs de la grande ville. C'est, parmi elles, le granite qui occupe la surface la plus grande. Les autres se montrent à travers le granite et les schistes paléozoïques, couvrant des surfaces beaucoup plus restreintes.

Granite

Le granite normal à mica noir et deux feldspaths couvre près de Barcelone la partie la plus basse du versant oriental ou maritime de la chaîne du Tibidabo, avec des solutions de continuité et des apophyses dans les schistes paléozoïques. Il se cache sous la formation postpliocène près de la rivière Besos, pour se montrer de nouveau sur sa rive gauche et pénétrer dans la province de Gérone, marquant un alignement N.-E. Plus à l'intérieur, d'autres taches granitiques s'alignent sous cette direction : on peut le constater sur la carte géologique de MM. Thos et Maureta ; de sorte que le granite, abstraction faite de quelques petits pointements, affleure en deux séries de taches alignées du S.-O. au N.-E., c'est-à-dire parallèles à la côte méditerranéenne.

Les théories lithologiques modernes considèrent le granite comme une roche intrusive, c'est-à-dire consolidée à l'intérieur de l'écorce terrestre ; et s'il se montre aujourd'hui à la surface, c'est à cause des mouvements ou des érosions du terrain, qui ont fait disparaître les roches qui, autrefois, le couvraient. Je crois que les recherches de M. l'abbé Almera aux environs de Barcelone apportent quelques faits à l'appui de cette théorie, et je dois à ce propos appeler particulièrement l'attention sur un gisement très

remarquable, au ravin de Belen, où on voit le granite sous une enveloppe de pegmatite, laquelle à son tour est couverte par des schistes paléozoïques.

Pegmatite

La pegmatite du gisement que je viens de rappeler enveloppe le granite avec une épaisseur d'un demi-mètre. Elle est presqu'exclusivement composée d'orthose et de quartz. Le quartz, allongé selon l'arête du prisme, a cristallisé en même temps que l'orthose, et les deux minéraux se compénètrent, formant la structure caractéristique de la pegmatite graphique, plus perceptible encore à la lumière polarisée, où l'orthose s'étend par grandes plages sur lesquelles éclatent les cristaux de quartz. Le plagioclase et le mica sont très rares dans cette roche, manquant absolument dans quelques-unes des plaques minces observées. Elle est donc plus acide que le granite normal qu'elle couvre, et la cristallisation simultanée de ses deux éléments principaux tient sans doute au refroidissement plus rapide du magma granitique dans sa partie la plus légère et la plus proche de la surface.

On voit aussi la pegmatite en filons coupant, soit le granite, entre Bonanova et Belen, soit les schistes paléozoïques, près du cimetière de ce village.

Dans les pegmatites du massif granitique du Montseny on reconnaît le quartz et l'orthose de première consolidation, et avec eux, la magnétite, l'ilménite et la limonite ; cette dernière provenant de l'altération de la biotite, ce qui dénote une composition moins acide que celle des roches du même groupe dernièrement nommées. D'autres échantillons offrent aussi quelques rares cristaux d'oligoclase, biotite et muscovite.

Granulite

Dans la granulite, le quartz est en partie idiomorphe et la muscovite est souvent très abondante. J'ai reconnu des roches appartenant à ce type dans des échantillons provenant de la chaîne du Tibidabo, du massif du Montseny et des environs du village de Papiol, au *Puig de Santa Madrona*. Dans le massif du Montseny on voit la granulite perçant le granite et les schistes paléozoïques. A Papiol, selon M. Almera, il coupe les couches aquitaniennes.

Voici la composition minéralogique d'un des échantillons pris comme type des granulites du Tibidabo, provenant de *San-Ciprid*, où

cette roche coupe les schistes très près de leur contact avec le granite : oligoclase (rare), orthose, microcline, biotite (rare et altérée), muscovite (abondante) et quartz sous ses deux aspects, granitique et granulitique.

Dans la montagne de Vallvidrera il y a de la granulite composée d'orthose, oligoclase, mica blanc, chlorite, talc et quartz, ce dernier minéral se présentant en cristaux de première consolidation et en groupes de petits grains à diverses orientations cristallographiques et remplissant les vides entre les grands cristaux.

Dans d'autres échantillons venant des gisements de cette même localité, où la granulite coupe aussi les schistes paléozoïques, on reconnaît la composition suivante : orthose, oligoclase, quartz granitique et granulitique (ce dernier très abondant), muscovite et tourmaline très abondante.

Les granulites liées au massif granitique du Montseny et aux schistes qui l'entourent ont une composition semblable à ceux de la contrée du Tibidabo. On y trouve l'orthose, l'oligoclase, le quartz granitique et granulitique, la biotite, ordinairement altérée, et la muscovite.

Dans quelques roches de ce groupe, le quartz granulitique s'allie à l'orthose et diminuant les éléments de cette association on voit une transition aux microgranulites que je mentionnerai plus loin.

La granulite de Papiol, d'âge tertiaire, selon M. Almera, se compose de quartz granitique et granulitique, orthose, oligoclase (rare), biotite, muscovite, talc, apatite et oxydes de fer.

Syénite

On reconnaît cette roche dans deux gisements. L'un forme une poche dans le granite près de Vallensana. La roche y est composée d'orthose, quartz, hornblende et magnétite. L'autre se trouve près de Santa-Coloma-de-Gramanet ; la roche y est formée par les mêmes matériaux et au surplus l'apatite, mais le quartz s'y trouve seulement corrodant les cristaux d'orthose et en petits filonets.

Parmi les diabases du ravin de Santa-Creu il y a des roches qui contiennent de l'hornblende et de l'orthose à côté de l'oligoclase et de l'augite ; elles forment une transition aux syénites.

Microgranulites et autres porphyres quartzifères

La grande famille des porphyres quartzifères dont la composition minéralogique correspond à celle des granites, mais où les deux

temps de consolidation sont bien différenciés, est largement représentée aux environs de Barcelone, se laissant voir en de nombreux filons et amas qui coupent le granite et les schistes paléozoïques de la chaîne du Tibidabo comme au Montseny. Les gisements de ces roches sont plus rares à l'intérieur de la province. Il y en a plusieurs au Congost de Martorell.

Beaucoup de porphyres de la contrée du Tibidabo et de celle du Montseny, sont des microgranulites typiques, de la classification de M. Michel Lévy. Leurs éléments de première consolidation sont : le quartz en cristaux corrodés par ses bords et laissant pénétrer le magma dans leur intérieur, l'orthose, l'oligoclase et le mica noir. Le deuxième temps est représenté par l'association de quartz et d'orthose en petits éléments, mais facilement reconnaissables au microscope sans l'emploi de forts grossissements. Dans ces roches l'orthose des deux temps est souvent imprégné d'oxyde de fer. Le mica noir est ordinairement plus ou moins chloritisé et renferme de la magnétite.

Dans d'autres porphyres, les éléments du magma (quartz et orthose) sont en grains si petits qu'on n'arrive pas à les distinguer avec clarté.

Ces roches offrent divers degrés d'altération. Leurs feldspaths sont les plus souvent troubles à la suite d'une kaolinisation plus ou moins avancée et le mica noir est en grande partie changé en chlorite avec des oxydes de fer. Il y a aussi des échantillons où le mica noir est partiellement changé en mica blanc, et lorsque la décomposition est très avancée tout le mica noir parvient à se transformer en limonite ou en taches ferrugineuses qui décèlent sa présence antérieure dans la roche.

On voit des porphyres de ce type coupant le granite au Tibidabo, à Valvidrera, à San-Andreu-de-Palomar, à Montcada et au Monte-Alegre.

Un type assez différent est celui des porphyres qui pointent à travers les schistes paléozoïques au Congost de Martorell et près de la ville du même nom. Ils décèlent une composition moins acide et présentent des passages aux porphyrites. Leurs cristaux de première consolidation sont ceux de quartz, d'orthose, de plagioclase (le plus souvent labrador) et de mica noir (très abondants). Dans leur magma on voit groupés avec le quartz et l'orthose aux formes raccourcies, des microlithes allongés de plagioclase et des petits faisceaux de mica noir ou de chlorite venant de son altération.

Le porphyre qui, à San-Andreu de la Barca, coupe les schistes

paléozoïques diffère de tous les autres à cause de son magma pétro-siliceux. Comme cristaux de première consolidation, il renferme du quartz, de l'orthose, du mica noir partiellement changé en mica blanc, du talc et de la magnétite. Dans le magma, se développent d'abondants sphérolithes.

Je n'ai vu que des échantillons très altérés de la roche qui affleure au Pi-den-Vals. C'est un porphyre différent de celui que j'ai déjà mentionné. Comme cristaux de première consolidation il ne reste que des taches de fer hydroxydé, venant probablement de la décomposition d'un silicate ferro-magnésien. Le magma est pétro-siliceux et montre à la lumière polarisée une structure palmée.

J'ai étudié des échantillons provenant de plusieurs filons qui traversent le granite au ravin de Cajellas, près de San-Andreu-de-Palomar. Ils montrent une action métamorphique sur les microgranulites semblable à celle qui change le granite en gneiss et qui fait disparaître les feldspaths.

Le greisen apparaît toujours en rapport avec les fentes qui traversent le granite, par lesquelles ont dû monter les *minéralisateurs* produisant les minéraux accessoires que renferme souvent cette roche, comme la topaze, le spath fluor, la casitérite, la tourmaline et d'autres. De la même façon, dans quelques roches porphyriques qui coupent le granite près de San-Andreu-de-Palomar et de Pedralbes, on observe une substitution graduelle du mica blanc au mica noir et aux feldspaths, et on voit des minéraux accessoires.

Dans quelques plaques minces des échantillons du ravin de Cayellas on constate l'absence totale des feldspaths, qui ont été remplacés par le quartz et la muscovite, autant dans les grands cristaux que dans le magma. On y voit aussi de nombreux petits cristaux de titanite et quelques petits cristaux de zircon, d'apatite et de rutile, ainsi que des taches de chlorite et d'oxydes de fer.

Dans d'autres échantillons de la même provenance, le quartz du premier temps fait défaut, il y a des restes de biotite et les éléments principaux du magma sont le quartz et la muscovite.

La roche des filons qu'on trouve près de Pedralbes est tout-à-fait semblable ; elle dénote un commencement de métamorphisme du même genre, on y voit du mica blanc en abondance, et quelques restes de feldspaths. Il faut remarquer dans toutes ces roches l'abondance de petits cristaux de titanite et la présence, dans quelques échantillons, de la casitérite.

Porphyres syénitiques ou orthophyres

M. Rosenbusch donne ces noms aux porphyres qui ne contiennent pas de cristaux de quartz du premier temps. M. Michel Lévy, attachant plus d'importance aux produits du second temps, renferme dans le groupe de ses microgranulites les porphyres dont le magma contient du quartz associé aux feldspaths, quoiqu'ils ne renferment pas du quartz de première consolidation.

Il y a des porphyres de ce type à Vallvidrera (Coll Cerola). Ils contiennent des cristaux de feldspath altérés (la plus grande partie d'orthose), de hornblende (souvent changée en chlorite), de fer magnétique et titanifère avec leucoxène. Leur magma est constitué par du quartz et de l'orthose, avec de petites fibres de chlorite.

Une composition très semblable est constatée dans quelques porphyres du ravin de Belen.

Dans le Tibidabo il y a aussi des porphyres de ce même type, qui contiennent des cristaux d'orthose très altérés, de mica noir et mica blanc (le second comme altération du premier) et d'oxyde de fer, leur magma étant constitué par l'association microgranulitique du quartz et de l'orthose.

Les porphyres qui traversent le granite près de la Torre Castanyé, à San-Gervasi, contiennent de l'orthose et du plagioclase très altérés, de la biotite, de l'amphibole en cristaux formés par la réunion de microlithes, et de la titanite abondamment saupoudrée par toute la roche. Leur magma est quelquefois formé par l'association microgranulitique du quartz et de l'orthose à très petits éléments. D'autres fois ces éléments sont plus grands et on les voit mélangés avec du mica et de la chlorite, ce dernier minéral et les oxydes de fer apparaissant toujours comme produits d'altération.

Diorites et épidiorites

Les diorites ne sont pas rares dans la province de Barcelone. Je les ai reconnues parmi des échantillons venant du Tibidabo, du S.-O. de la ville de Martorell, de la Font-Groga et du sommet de Vallvidrera.

Les diorites du Tibidabo se composent essentiellement d'hornblende et d'un plagioclase acide, généralement l'oligoclase, contenant aussi presque toujours de la magnétite et de l'ilménite.

Dans celles de Martorell, à l'hornblende et l'oligoclase s'ajoutent l'apatite et la magnétite. Une composition tout à fait semblable est constatée dans celles de la Font-Groga.

Celles du sommet de Vallvidrera dénotent une composition plus basique, puisque leur plagioclase est le plus souvent le labrador. Elles contiennent aussi de l'apatite, beaucoup de magnétite et quelquefois de l'ilménite.

On doit qualifier d'*épidiorites* plutôt que de diorites quelques échantillons venant de Papiol, puisque l'hornblende qu'ils contiennent semble provenir de la transformation de l'augite minéral dont ils gardent encore quelques restes.

Le plagioclase de ces roches est l'oligoclase ou un de ses analogues. A ces constituants essentiels s'ajoutent ordinairement la magnétite et l'ilménite. On voit fréquemment le changement de l'augite en hornblende et par conséquent la transformation des diabases en diorites. Il est donc probable que quelques diorites de la province de Barcelona, liées aux diabases si abondantes, ont cette altération pour origine.

Diabases

Les diabases abondent dans toute la zone paléozoïque des deux rivages de la Llobregat, formant beaucoup de filons et d'amas qui coupent les schistes.

Les constituants essentiels de ces roches sont l'augite et un plagioclase, qui le plus souvent est l'oligoclase ou une autre des espèces acides, plus rarement le labrador ou d'autres espèces basiques. Quelques échantillons de Santa-Creu-de-Olorda et de Molins-de-Rey offrent la composition la plus basique.

L'augite se présente plus ou moins changé en chlorite, et on peut observer tous les degrés de cette transformation jusqu'à la disparition totale du minéral primitif.

Avec ces deux constituants essentiels, plagioclase et augite, et avec leurs produits d'altération on trouve toujours la magnétite ou l'ilménite ou toutes deux ensemble. Dans quelques diabases on voit aussi l'apatite, dans d'autres la titanite; dans celles qui sont très altérées se trouvent la calcite et quelquefois le quartz secondaire.

Des échantillons venant de Puig-Rodo et des environs de Vallvidrera, présentent l'hornblende associée à l'augite ; c'est une transition aux diorites ou épidiorites que j'ai déjà mentionnée. La diabase qui pointe au coteau qui domine le ravin de Berreras, près de Papiol, est remarquable à cause du bon état de conservation de ses deux éléments, l'augite et le labrador.

Dans les plaques minces obtenues avec des échantillons d'un filon qui affleure au sommet de Vallvidrera, on voit beaucoup d'épidote

avec du quartz, de la chlorite et des oxydes de fer, le feldspath étant très rare ou manquant presque absolument. Je ne sais si cette roche doit être considérée comme une diabase quartzifère, car l'augite se change souvent en épidote, ou si elle doit plutôt être qualifiée d'épidotite.

Porphyrites

Nous comprenons sous ce nom les roches dont la composition minéralogique se rapporte à celle des diorites et des diabases, mais où les deux temps de consolidation sont bien marqués, par suite des dimensions plus petites des produits du second temps, qui le plus souvent ont la forme de microlithes.

J'ai reconnu des porphyrites quartzifères parmi des échantillons de deux gisements.

A l'E. de la rivière Besos, la grande masse de porphyre quartzifère ou microgranulite qui traverse le granite est elle-même coupée par une porphyrite quartzifère. Cette roche contient, comme produits du premier temps, du quartz, de l'orthose, du plagioclase et d'autres cristaux qui, primitivement, ont dû être d'augite, mais qui paraissent composés de ce minéral, d'hornblende, d'épidote et de chlorite. Le magma est constitué par des microlithes d'amphibole et de plagioclase associés au quartz, et de quelques grains d'augite. Il y a aussi dans cette roche de la magnétite et de l'ilménite. Pour observer avec netteté la composition de son magma il faut des plaques excessivement minces et l'emploi de forts grossissements.

On doit aussi ranger dans les porphyrites quartzifères quelques échantillons provenant du ravin de Belen. On y voit des grands noyaux d'hornblende formés par l'agglomération de microlithes, et des cristaux fracturés d'orthose et de deux plagioclases, oligoclase et labrador. Le magma se compose de quartz et de microlithes de plagioclase avec de très petits grains d'un minéral pyroxénique altéré. La composition de ce magma est loin d'être homogène dans chaque plaque observée, le quartz dominant dans quelques parties et les microlithes de plagioclase devenant plus abondants dans d'autres. Cette roche renferme aussi de la magnétite et un peu de pyrite de fer.

On trouve des *porphyrites dioritiques* entre Molins de Rey et San Feliu, et au S.-O. de Martorell.

Les premières contiennent des cristaux très abondants d'hornblende et de plagioclase le plus souvent labrador. Les cristaux

d'hornblende sont partiellement épigénisés en trémolite et en chlorite. Le magma est constitué par des microlithes de plagioclase et d'amphibole. Il y a aussi dans ces roches de petits cristaux d'apatite, et comme produit secondaire de la calcite.

Les autres contiennent des cristaux d'hornblende, d'orthose et de labrador, et leur magma est composé de microlithes de labrador et d'hornblende, la magnétite étant aussi très abondante.

On reconnaît des *porphyrites diabasiques* parmi des roches provenant de Santa-Creu-de-Olorda, et des environs de Papiol. Les premières contiennent des cristaux d'oligoclase, d'augite avec chlorite, de magnétite et d'ilménite, leur magma étant formé de microlithes d'oligoclase et de petits grains d'augite plus ou moins altérés.

Dans les autres, généralement plus altérées, on peut voir encore des restes de l'augite parmi la chlorite, mêlé aussi à l'oligoclase, qui est très kaolinisé, autant dans les cristaux du premier temps que dans les microlithes du magma.

Des échantillons provenant d'un filon qui coupe le granite près de Sarria offrent un type différent de toutes les porphyrites que je viens de nommer, quoique son altération très avancée ne permette pas de faire une étude plus complète de sa composition minéralogique.

Sur le magma, en partie amorphe, on voit se dégager des taches de limonite provenant probablement de la décomposition de l'élément coloré ou ferromagnésien, et des cristaux et microlithes allongés de plagioclase, qui se rangent de manière à développer la structure fluidale. Il y a aussi dans cette roche du quartz et de la muscovite comme minéraux secondaires. Dans un échantillon on voit du quartz et de la biotite, arrachés probablement au granite.

Un échantillon provenant d'entre Santa-Creu et Papiol, offre une composition semblable et du même degré d'altération quoique les microlithes de plagioclase y soient plus abondants, le magma amorphe plus rare et la structure fluidale moins accentuée.

En terminant cette sommaire indication des principaux types et variétés de roches éruptives que j'ai reconnus parmi les matériaux ramassés par M. le chanoine Almera, dans la province de Barcelona, je regrette que ma connaissance imparfaite de la plus grande partie de leurs gisements ne me permette pas de tirer quelques conclusions sur les liens qu'il y a entre la structure de ces roches et les circonstances de leur gisement, question du plus haut intérêt pour la géologie moderne.

Séance du 9 Octobre 1898, à Barcelone

PRÉSIDENCE DE M. J. ALMERA

La séance est ouverte à 11 h. 1/4, dans la salle des séances de l'Académie des Sciences.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU SAMEDI 8 OCTOBRE A CASTELLVI DE LA MARCA AU VALLON DE SAN-PAU D'ORDAL ET A SAN-SADURNI DE NOYA

par M. **J. ALMERA.**

Le samedi, de bon matin, la Société s'est rendue en voiture à Castellvi de la Marca, traversant la plaine pontienne du Panadès de l'E. à l'O. En sortant de Vilafranca nous revenons jusqu'à Monjos et dans la tranchée de la route nous voyons le limon marin gris jaunâtre appartenant au niveau le plus élevé du Tortonien (Sarmatien) sur lequel Vilafranca est construit. Une argile caillouteuse avec nodules calcaires à *Lithothamnium* le surmonte, recouverte à son tour par le limon quaternaire.

A mesure que nous avançons dans la plaine, nous nous rendons compte de l'étendue ainsi que du plongement du Burdigalien et de l'Helvétien que nous avons traversés hier soir. Ils forment une grande partie de la bordure S.-O. du bassin et offrent un faciès semblable à celui des formations de même âge du bassin du Rhône.

Au-delà des Monjos, nous prenons l'embranchement de Castellvi et nous traversons toujours le Pontien fluvio-continental jusqu'au hameau de Almunia. Nous passons à côté de monticules sableux dont les couches contiennent des restes de Proboscidiens *(Mastodon?)*. Ils émergent de la plaine, isolés par les érosions. Au delà de l'Almunia, nous traversons des bancs sableux plongeant 4° à 5° vers le N.-O., devenant en amont gréseux et contenant des

bancs d'*Ostrea gingensis* et *O. crassissima* à la partie supérieure avec moules de *Turritella*, de *Venus*, etc., au-dessous.

Au-dessous existe un dépôt saumâtre marno-sableux visible dans les points ravinés, il forme une bande de largeur variable, masquée dans les parties basses par le lehm quaternaire et reposant du côté nord sur l'Infracrétacé. Ce dépôt contient entre autres formes :

Sus major Gerv.
Cerithium bidentatum Grat.
C. crenatum Broc., var.
Melania cf. *Tournoüeri* Fisch.
Micromelania sp.
Melampus sp.
Valvata sp.
Bithynia sp.
Pisidium sp.
Helix Gualinoi Mich.
H. Delphinensis Font.
Cyclostoma du groupe *Tudora*.
Cardium, diverses espèces, etc.

Cette succession alternative de formes marines, saumâtres et terrestres, montre d'une façon nette des mouvements de régression et de transgression de la mer dans cette contrée avant la dernière régression des eaux marines qui eut lieu à la fin de l'époque pontique.

Après la traversée de cette bande, nous arrivons dans la gorge du ravin de Marmellá formée par l'Infra-crétacé qui constitue le chaînon allant de San-Marti-Sarroca à Montmell. En remontant la gorge, malgré les failles nombreuses qui s'y montrent, nous pouvons reconnaître la même série que nous avons vue avant hier au bord de la mer, avec le même faciès et les mêmes types saumâtres et marins que dans le massif de Garraf : dolomie noire, calcaire saumâtre avec *Bithynia* et calcaire récifal à *Matheronia* et à *Cerithium*.

En amont, à 120 mètres environ au-dessus du ravin, vis-à-vis la ferme Pascual, au-dessus de ces calcaires se voit une assise de calcaires gréseux bréchoïdes, tendres à certains niveaux, jaunâtres, très riches en fossiles, appartenant à l'Aptien récifal, et d'une puissance de plus de 180 mètres. Le temps nous manque pour étudier toute la falaise ; nous ne pouvons voir que l'assise inférieure très fossilifère en ce point et à faune franchement aptienne, comme l'a reconnu la Société. On y trouve entre autres : *Polyconites* cf. *Verneuilli* Bayle et *Horiopleura Almeræ* Paquier nov. sp. (in litt.), dont l'étude a été faite par M. Paquier. Il est intéressant de constater l'existence de ces types dans la faune aptienne ; et il paraît bien établi maintenant que le genre *Horiopleura* a apparu non avec le Crétacé supérieur (1), mais bien dès le Crétacé inférieur, fait que d'ailleurs M. Carez avait déjà observé dans les Pyrénées. Outre

(1) *B. S. G. F.*, 1895, page 569.

Polyconites et *Horiopleura* assez abondants, on y trouve les espèces suivantes :

Orbitolina discoidea A. Gras.
» *conoidea* A. Gras.
Enallaster Delgadoi de Loriol.
Rhynchonella lata d'Orb.
Terebratula prælonga Sow.
» *sella* Sow.
» *tamarindus* Sow.
Ostrea præcursor Coq.
» *Boussingaulti* d'Orb.
» *aquila* Sow.
Janira Morrisi Pict. et Ren.
Lima Cottaldina d'Orb.
Requienia Lonsdalei auct.
Toucasia carinata Math. sp., *c.*
Lithodomus avellana d'Orb.
Trigonia caudata Ag., *c.*
Cardium Euryalus Coq.
» *amænum* Coq.
Cyprina curvirostris Coq.
Fimbria corrugata Sow.
Tapes cf. *paralella* Coq.
Anatina sp.
Panopæa sp.
Nerinæa Renauxiana d'Orb.
» *Coquandiana* d'Orb.
» *gigantea* d'Hombres-Firmas.
» *Archimedis* d'Orb., etc.

Les dolomies et les calcaires crétacés du versant S.-E. de la montagne de Marmellá sont affectés par de nombreuses failles que la Société examine avec intérêt. Tout près de Castellvi, la Société a pu voir une faille courbe superbe qui met en contact la dolomie et le Crétacé inférieur, calcaire à *Orbitolina lenticulata* qui a subi une dénivellation importante.

Au sud-ouest et tout près de Castellvi on voit un banc de sable caillouteux à *Ostrea crassissima* reposer sur le Crétacé ou la dolomie : il forme le monticule appelé Puig-rodó.

Nous reprenons les voitures au village pour nous rendre à Vilafranca, où le déjeuner était préparé.

A midi, nous partons en voiture par la route de Barcelone à Tarragone, pour le vallon de San-Pau d'Ordal. A la sortie de la ville nous remarquons le lehm tortonien avec *Turritella rotifera*, *Cerithium vulgatum*, etc., surmonté d'un dépôt de rivage formé de limon noduleux, de calcaire à *Lithothamnium* et de galets, qui accuse la régression de la mer à la fin de la période miocène. A gauche de la route, au delà du cimetière, on voit, dans une petite proéminence du terrain, un banc d'*Ostrea gingensis*, le plus élevé de la contrée, avec *Arca barbata*, etc. A 2 kilomètres vers le S.-E., à San-Père Molanta, un dépôt saumâtre à empreintes de végétaux, *Potamides*, *Cardium*, *Arca*, *Leda*, *Corbula nucleus*, *cc*, et Crustacés, témoigne plus nettement ce mouvement de régression des eaux marines. Après avoir parcouru la belle plaine pontienne du Panadès recouverte en partie par le lehm travertineux quaternaire, longeant toujours le Crétacé du massif de Garraf par son côté N., nous arrivons à 1 heure au vallon de San-Pau d'Ordal.

A droite, nous laissons, à côté de la route, le Crétacé inférieur formant une colline basse contre laquelle butte le Pontien continental : elle est recouverte par le Tertiaire marin (Helvétien), et

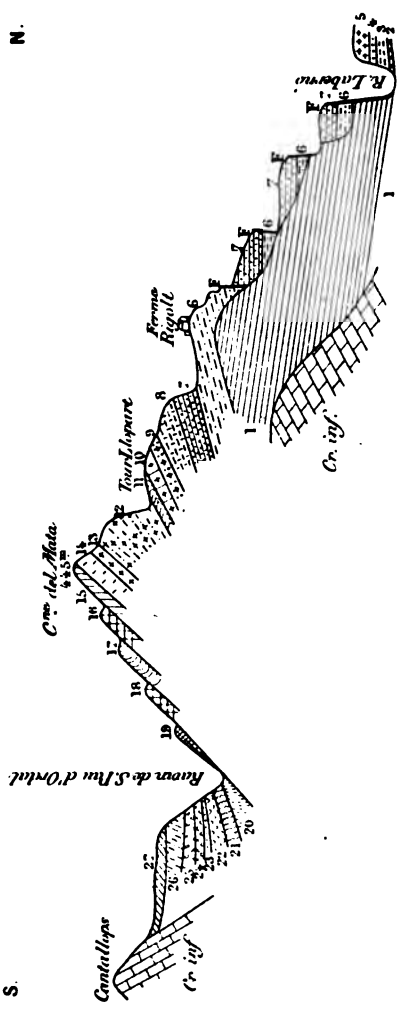


Fig. 30. — Coupe générale des terrains tertiaires de Cantallops (San-Pau d'Ordal) au ruisseau Laberno (San-Sadurni-de-Noya). — Echelle : 1/80.000 ; hauteurs libres.

1, Argiles rouges aquitaniennes ; 2 à 4, Couches à *Scutella Lusitanica* ; 5, Couches inférieures à *Pereirza Gervaisi* ; 6 et 7, Alternances de bancs calcaires et d'argiles (niveau moyen à *Pereirza Gervaisi*) ; 7 à 11, Calcaires et marnes à *Pecten Gentoni*, etc. (Helvétien) ; 12 à 19, Sables et calcaires à *Lithothamnium*, etc. ; 20 et 21, Argiles bleues à *Pereirza Gervaisi*, niveau supérieur (Tortonien) ; 22, Sables sans fossiles ; 23, Banc d'*Ostrea gingensis* var. *parva* ; 24 et 25, Couches saumâtres à Cérithes (Sarmatien) ; 26, Sables et marnes (Pontien) ; 27, Lehm quaternaire.

formée de Barrémien récifal pétri de *Toucasia carinata (?)* de grandes dimensions (banc de Camp-de-grills, au hameau de Cantallops). Il est surmonté par l'Aptien calcaréo-marneux à *Orbitolina lenticularis*

d'Orb., *Heteraster oblongus, Janira Morrissi, Lima Cottaldina, Nerinæa* sp., etc., qui se montre à découvert jusqu'aux environs de la ferme Rafols-dels-Caus.

A gauche, nous avons le vallon tertiaire où l'on trouve du Quaternaire, du Pontien, du Sarmatien, du Tortonien et de l'Helvétien : C'est ce vallon qui fait l'objet de la course de cette après-midi (Fig. 30).

Il faut remarquer que ce vallon de San-Pau d'Ordal est, en petit, le bassin de Vienne, tellement est grande sa ressemblance avec ce dernier, tant au point de vue stratigraphique que lithologique et paléontologique.

Le Pontien supérieur est saumâtre, pas fossilifère malgré sa puissance. Il est constitué par des couches ravinées, sableuses et caillouteuses, ou argileuses, jaunâtres ou grisâtres, à plongement variable mais souvent vers l'ouest. Il s'est déposé dans une anse formée d'un côté par l'Helvétien redressé et de l'autre par l'Infracrétacé.

Il surmonte le Sarmatien que nous voyons vers le fond du vallon : il affleure entre la route de Barcelone à Tarragona et l'embranchement de Lavern, vers la maison Vendrell, où sont les couches les plus élevées de cet étage. Elles sont marneuses et sableuses, riches en *Cerithium*, que l'on trouve en quantité.

Au-dessous vient une autre couche sableuse et marneuse peu fossilifère, de 4 mètres d'épaisseur, reposant sur un banc d'*Ostrea gingensis* var. *parva*, de 2 mètres d'épaisseur. Les espèces trouvées dans les couches supérieures sont :

Murex Dertonensis Mayer.
» *sublavatus* Bast.
» *cœlatus* Grat.
Pyrula cornuta Agas.
Rostellaria Dordariensis A. et B.
Nassa acrostyla Fisch. et Tourn.
» *corniculum* Oliv.?
Columbella complanata Bell. ?
Natica Josephinia Risso.
Cerithium bidentatum Grat., *cc.*
» *lignitarum* Hörn., *c.*
» *pictum* Bast., *cc.*
Cerithium vulgatum Lin.
» *minutum* Serres in Hörn.
» *rubiginosum* Eichw.
Turritella cathedralis Brong.
» *gradata* Menk.
Nerita Plutonis Bast.
Ostrea cf. *lamellosa* Broc.
Lucina spinifera Montagn.
» *dentata* Agas.
Arca diluvii Lmk., var.
Thracia sp.
Chama gryphoides Lmk., etc.

Continuant la descente vers le fond du ravin de San-Pau, nous traversons une masse de sables verdâtres, jaunâtres, sans fossiles, dont l'épaisseur dépasse 20 mètres, sur laquelle le village est en partie construit. Ils proviennent de l'ensablement de la mer tortonienne qui a précédé le régime saumâtre à *Cerithium* que nous venons de voir.

Avec cet ensablement finissent les dépôts de faciès saumâtre et commencent les assises franchement marines.

Au delà du village se montrent au fond du même ravin des argiles bleues marneuses, sableuses, franchement tortoniennes, du niveau supérieur à *Pereiræa Gervaisi*, *Rostellaria dentata*, var. *Dordariensis* et plusieurs espèces de *Pleurotoma*, quelques-unes très fréquentes. C'est un gisement de Tortonien supérieur devenu classique par l'abondance et la bonne conservation des échantillons. Ce dépôt correspond à l'horizon des argiles de Baden et de Cabrières d'Aigues : il en a d'ailleurs le faciès.

Voici la liste des espèces qu'on y a trouvées jusqu'ici. Un grand nombre sont des espèces nouvelles, d'autres seulement des variétés de types existant dans les argiles de Baden :

Crysophrys sp.
Sargus sp.
Oxyrhina sp.
Myliobatis sp.
Ditrupa sp.
Murex Delbosianus Grat., c.
» *sublavatus* Bast. var. *Grundensis* Hörn. et Auing.
Pollia Dordariensis A. et B.
Ranella marginata Brong.
» *papillosa* Pusch. ?
Triton olearius Lin., var. *A* Bell.
Fasciolaria Tarbelliana Grat., var.
Cancellaria foveata A. et B.
» *Westiana* Grat.
» *lyrata* Broc.
» *lyrata* Broc., var. *angusta* A. et B.
» *cancellata* Lamk.
» *calcarata* Broc., var. *quadrulata* A. et B.
» *contorta* Bast.
» *obsoleta* Hörn.
Pyrula cornuta Ag., *c.*
» *rusticula* Bast.
» *cingulata* Brong.
» *reticulata* Desh.
» *condita* Brong.
» *geometra* Bors.
Fusus multiliratus Bell.
» *spinifer* Bell. var.
» *angulosus* Broc.
» *brevicaudatus* Bell.
» *aduncus* Bronn.
Fusus virgineus Grat.
» *corneus* Lin.
Terebra neglecta Micht., var. *raricostata* A. et B.
» *neglecta* Micht., var. *stricta* A. et B.
» *striata* Bast.
» *acuminata* Bors.
» *subcinerea* d'Orb., v. *Catalaunica* A. et B.
» *plicaria* Bast.
» *Basteroti* Nyst.
Eburna Brugadina Grat.
Nassa Cocconii Bell
» *semistriata* Broc., var. *A* Bell.
» *Hörnesi* May., var. *parvula* A. et B.
» *Karreri* Hörn. et Auing.
» *pulchra* d'Anc.
» *Dujardini* Desh., var. *B* Fish. et Tourn.
» *Schönni* Hörn. et Auing.
» *obliqua* Hilb.
» *Bollenensis* Tourn., var. *acuminata* A. et B.
» *acrostyla* Fish. et Tourn.
» *subsculptilis* A. et B.
» *limata* Chemn.
» *incrassata* Müller, var. *minor*.
» *flexicostata* Bell.
» *Basteroti* Micht. ?
» *Sturi* Hörn. et Auing.
» *Haverii* Micht., var. *minor*.
» *miocenica* Micht.

Nassa costulata Broc., var. *Pœnitensis* A. et B.
» *baccata* Bast., var. *pseudobaccata* A. et B.
» *serraticosta* Bronn.
» *Tarraconensis* Tourn.
» *Phos-Hornesi* Semp.
» *connectens* Bell.
Ringicula Baylei Morl.
» *quadriplicata* Morl.
» *Almeræ* Morl.
» *Gaudryana* Morl.
Purpura præcyclopeum A. et B.
Cassis cypræiformis Bors.
» *mammillaris* Grat.
Dolium denticulatum Dh.
Columbella minor Scacc.
» *curta* Bell.
» *nassoides* Bell.
» *subulato-curta* A. et B.
» gr. *subulata* Bell.
Oliva scalaris Bell., var.
Ancilla glandiformis Lamk.
Conus Berghausi Micht.
» *Mercati* Broc.
» *Sharpeanus* P. da Costa.
» *avellana* Lamk., var.
» *Tarbellianus* Grat.
» *virginalis* Broc.
» *extensus* Pusch?
» *canaliculatus* auct., *c.*
Pleurotoma vermicularis Grat.
» *pinguis* Bell.
» *coronata* Münst., var.
» *denticula* Bast.
» *Aquensis* Grat.
» *intermedia* Broc.
» *intermedia* Broc., var.
» *rasisulcata* Font.
» *ramosa* Bast.
» *pustulata* Broc.
» *terebra* Bast.
» *raricosta* Broc.
» gr. *distinguenda* Bell.
» gr. *cerithioides* Desm.
» gr. *unifilosa* Bell.
» gr. *raristriata* Bell.
» gr. *exilis* Bell.
» *ruida* Bell.
» *interrupta* Broc.
» *spinosa* Grat.
Pleurotoma asperulata Lamk., *cc.*
» *calcarata* Grat.
» *Susannæ* Hörn y Auing.
» *concatenata* Grat.
» *granulocincta* Münst.
» *gradata* Defr.
» *ditissima* May.
» gr. *ditissima* May.
» *Olgæ* Hörn. et Auing.
» *sylvestris* Doder.
» *carinifera* Grat.
» *Jouanneti* Desm.
» *semimarginata* Lamk.
» *intorta* Broc., var.
» *cataphracta* Broc.
» *ornata* Defr.
» gr. *columnæ* Bell.
» *reticulata*, var. *Bollenensis* Font.
» *brachystoma*, var. *Comitatensis* Font.
Voluta rarispina Lamk.
Mitra separata Bell., var.
» *scalarata* Bell., var.
» *transiens* Bell., var.
» *scrobiculata* Broc., var.
» gr. *scrobiculata* Broc.
» *goniophora* Bell.
» *striatula* Broc.
» *protracta* Bell.
» *dignota* Bell., var.
» gr. *fusulus* Cocc.
» *Bronni* Micht.
» *drylliæformis* Bell.
» *pyramidella* Broc.
» *venusta* Bell., var.
Cypræa sp.
Natica millepunctata Lamk.
» *glaucinoides* Desh., var. *depressa* Grat.
» *helicina* Broc.
» *redempta* Micht.
» *Josephinia* Risso (*N. olla* Serr.)
Pyramidella plicosa Bronn.
Turbonilla Cocconii Font
» *costellata* Grat.
» *subumbilicata* Grat. in Hörn.
» *pusilla*, var. *præcedens* Sacco.
Nisso eburnea Risso.

Pyrgolampis Taurinensis Sacco, var. *Dertonensis* Sacco.
Eulima subulata Donov.
» *lactea* Lamk. in Grat.
Cerithium vulgatum Brug.
» *Europæum* May.
» *Lapugyense* May.
» gr. *turonicum* May.
» *crenatum* Broc.
Cerithium Bronni Partsch.
» *mutabile* Grat. var.
» gr. *rupestre* Risso.
» cf. *fraterculum* May.
» *galliculum* May.
» sp.
» sp.
Bittium reticulatum da Costa.
Cerithiolum scabrum Olivi, var. *Comitatensis* Font.
Melanopsis gr. *buccinoides* Fer. in Grat.
Aporrhais pespelecani Linn.
Turritella cathedralis Brong.
» (*Proto*) *rotifera* Desh.
Turritella terebralis Lamk.
» *gradata* Menk.
» *subangulata* Broc., var.
» *acutangula* Broc. in Grat.
» *bicarinata* Eichw.
» *Archimedis* Brong.
» *quadricarinata* Broc.
» *communis* Risso, var.
» *Cabrierensis* Fisch. et Tourn.
Vermetus arenarius Lin.
Scalaria tenuicostata Mich., var. *Michaudi* Font.
» *Turtonis* Turt., var.
» *lanceolata* Broc.
Solarium millegranum Lamk.
» sp.
Adeorbis Woodi Hörn.?
Phorus testigerus Bronn.
» *Deshayesi* Micht.
Neritina concava Fer.
» *pisiformis* Fer.
» *picta*, var. *zonata* Grat.
» sp.
Rissoa Lachesis Bast.?
» sp.
Rissoina pusilla Broc.
Rissoina Bruguierei Payr.
Trochus gr. *crispulus* Phil.
Turbo tuberculatus Serr.
Clanculus Aaronis Bast.
Delphinula rotelliformis Grat., var.
» *lævis* Phil.
Rotella nana Grat.
Truncatella sp.
Circulus sp.
Assiminea sp.
Cyclodostomia cingulata Dod.
Capulus Aquensis Grat.
Dentalium Jani Hörn.
» *Michelottii* Hörn.
» *tetragonum* Brocc.
» *dentalis* Lin.
» sp.
Melampus sp.
Cylichna umbilicata Mont., var.
Volvula acuminata Brug., var.
Actæon tornatilis Lin.
» sp.
Retusa truncatula Brong.
Bullina Lajonkairiana Bast.
Ostrea sp.
Anomia ephippium Lin.
Pecten sp.
» sp.
» *galloprovincialis* Math.
» *subpleuronectes* d'Orb.
Arca Noæ Lin.
» *umbonata* Lamk.
» *lactea* Lin.
» *diluvii* Lamk., var.
Leda pellucida Phil.
» sp.
Pectunculus pilosus Lin., var.
Chama sp.
Cardium turonicum May.
» sp.
Lucina miocenica Mich., var. *Catalaunica* A. et B., *cc.*
» *dentata* Bast., *cc.*
» *ornata* Agas., var.
» *columbella* Lamk.
Loripes leucoma Turt.
Diplodonta apicalis Phil., *c.*
Cardita scalaris Sow., var.
Venus Dujardini Hörn.
» *plicata* Gmel.
Cytheræa rudis Poli.

Cytheræa sp.
Tellina donacina Lamk.
» *crassa* Penn., var.
» sp.
Ervilia pusilla Phili.
Corbula revoluta Broc.
» *carinata* Duj.
» *gibba* Olivi, *c.*
Trochocyatus latero-cristatus M.E., *c.*

Au commencement du ravin cette assise devient saumâtre dans son niveau le plus supérieur ; elle consiste en un dépôt marno-sableux, sur lequel la maison Vendrell est construite, buttant contre le calcaire tortonien inférieur à Polypiers. On y trouve *Mactra Podolica* var. et plusieurs espèces de *Cardium* caspiques.

C'est le niveau qui précède l'ensablement dont nous avons parlé plus haut.

Les espèces récoltées en ce point sont les suivantes :

Ditrupa sp.
Murex sp.
Fusus spinifer Bellardi, var.
Nassa tumida Eichw., var.
» *helicina* Broc.
» sp.
Pereiræa Gervaisi Vez., *r.*
Rostellaria Dordariensis A. et B., type de la *R. dentata* Grat.
Turritella cathedralis Brong.
» *pusio* Fisch. et Tour.
Nerita Plutonis Bast.
Melanopsis costata Fer.
Calyptræa chinensis L.
Ostrea sp.
Arca diluvii Lamk.
» *lactea* Lamk.
» *dichotoma* Hör.
Leda commutata Phil.
» *fragilis* Chem.
Leda aff. *nitida* Broc.
» sp.
Cardium cf. *turonicum* Micht.
» *multicostatum* Broc.
» cf. *Michelottianum* May.
» (6 esp. diff.).
Hemicardium sp.
Lucina spinifera Mont.
» *dentata* Bast.
» *miocenica* Mich., var. *Catalaunica* A. et B.
Venus multilamella Lamk.
Cytherea pedemontana Agass., var. *minor.*
Tellina planata Lamk.
Mactra podolica Eichw., var., *c.*
Ervilia pusilla Phil.
Thracia sp.
Corbula gibba Olivi, etc.

Nous remontons le vallon suivant le flanc opposé, par la route de Lavern à San-Pau. Après avoir traversé ce village, nous nous trouvons sur les couches molassiques, marneuses, jaunâtres, récifales, à *Lithothamnium*, Polypiers, *Venus Aglauræ*, *Pecten*, etc., plongeant fortement (35°) vers le fond du vallon. Elles constituent la colline Mata-Pujó (415 mètres) qui sépare le vallon de San-Pau d'Ordal du bassin général du Panadès. Nous les longeons jusqu'à la route de San-Sadurni-de-Noya, où les voitures nous attendent. Cet horizon correspond aux couches récifales ou Leithakalk du deuxième étage méditerranéen.

Voici la liste des espèces qu'on y trouve :

SIRÉNIENS

Halitherium fossilè Cuv.

MOLLUSQUES

Pereiræa Gervaisi Vezian.
Rostellaria Dordariensis A. et B.
Cypræa pyrum Gm.
Turritella cathedralis Brong.
Cerithium pictum Bast.
Ostrea Welschi Kilian.
» *gingensis* Schloth.
Pecten Fuchsi Font.
» *substriatus* d'Orb.
» *bifidus* Münster.
» *opercularis* Lamk.
» *Zitteli* Fuchs.
» *varius* Lamk.
Mytilicardia elongata Brong., var., *c.*
Cardium sp.
Venus Aglauræ Brong., *c.*
Mytilus Michelini Math., var.
Lithodomus lithophagus L.
» *minimus* Locard.
Jouannetia Papiolina Vez.

BRYOZOAIRES

Escharoides monilifera M.-Edw.
Ceriopora sp.

ANTHOZOAIRES

Leptophyllia panteniana Catulli.
Phyllocænia superstes Michelotti.
Cyathomorpha rochetina Michelin.
Heliastræa Defrancei E. H.
» *Ellisiana* Defranc.
» *plana* Mich.

ALGUES

Lithothamnium sp., etc.

Remontant la route de San Sadurni, à partir de la croix, nous laissons derrière nous les sables pontiens et après eux nous trouvons une tranchée ouverte dans les calcaires à polypiers pour la construction de la route, tranchée où se montre un superbe récif, suite de celui de San-Pau que nous venons de longer. En continuant, nous recoupons la série de haut en bas. Dans la tranchée abondent les moules de *Venus Aglauræ*, et les polypiers forment un véritable récif frangeant, qui rappelle, d'après M. Depéret, celui d'Autignac, le seul connu en France.

En dessous viennent des alternances de bancs de sable et de calcaire à faciès coralligène se répétant trois fois avec le même plongement. Les deux premiers bancs de sable ont de 1 m. 50 à 2 mètres d'épaisseur ; le deuxième présente à sa partie supérieure un dépôt de cailloux de rivage accompagnés d'un banc d'*Ostrea crassissima* et *O. gingensis*. Le troisième, qui a 3 mètres d'épaisseur, et le quatrième, qui en a 25, sont presque dépourvus de fossiles, à l'exception de quelques *Anomia*. Par contre les bancs de calcaire intercalés, de 1 m. 50 à 2 m. 50 d'épaisseur, se montrent pétris d'empreintes de fossiles littoraux, surtout de Lamellibranches formant une vraie lumachelle. Ils contiennent de plus des *Ostrea*, *Anomia*, *Pecten*, Bryozoaires, *Nullipores* (*Lithothamnium*) associés à des Foraminifères (*Operculina*) et à des Échinides (*Clypeaster*, *Scutella*, etc.). Les espèces qu'on a pu déterminer sont :

Cerithium pictum Bast.
Ostrea crassicosta Sow.
» *digitalina* Dub.
Pecten sp.
» *Fuchsi* Font.
Cardita sp.

Cardium sp.
Lucina columbella Bast.
» *ornata* Agass., var.
Tellina sp.
Scutella Lusitanica (?) de Loriol.
Clypeaster intermedius Micht., etc.

Il faut remarquer que ces alternances de bancs de sable et de calcaire sont, par leur position stratigraphique et par le faciès et la situation géographique, l'équivalent exact de la Leithakalk du bassin de Vienne.

Arrivés au col (390 mètres) creusé dans les sables inférieurs, se déroulent devant nous le ravissant panorama du bassin du Panadès, la chaîne triasique, paléozoïque et nummulitique qui le limite au nord et dans laquelle se détache la bizarre silhouette du Montserrat, et au fond, à l'horizon, les Pyrénées.

Au-dessous des sables vient une série de bancs calcaires mollassiques ou compacts et grumeleux alternant avec des marnes et des argiles jaunâtres ou bleuâtres constituant presque tout le versant N. de la colline Mata-Pujó, qui s'élève à 240 mètres. C'est le niveau à *Pecten Gentoni* qui y est abondant ; la *Pereiræa Gervaisi* et l'*Ostrea gingensis* reviennent à diverses reprises dans les couches marneuses de tout ce versant.

Le plongement des couches vers le sud diminue à mesure que nous descendons ; à moitié du versant elles deviennent horizontales. Au niveau de la ferme Rigolt se montre une faille qui met en contact le calcaire helvétien et l'Oligocène. En descendant on voit encore d'autres failles et on arrive à la faille générale du Panadès, qui a produit le dernier effondrement de ce côté du bassin. Nous la longerons bientôt en chemin de fer.

Cette série de couches correspond à la base du deuxième étage méditerranéen (Helvétien) ou niveau de Grund.

Voici les espèces qu'on y a trouvées :

Halitherium fossile Cuv.
Carcharodon auriculatus Blainv.
Aturia sp.
Rostellaria Dordariensis A. et B. (du type de la *R. dentata* Grat.).
Pereiræa Gervaisi Vez.
Murex gr. *scalaris* Broc.
Triton cf. *corrugatus* L.
Ranella marginata Brong.
Cancellaria calcarata Broc., var. *quadrulata* A. et B.
Pyrula magna A. et B.
Terebra neglecta Micht.
Nassa sp.
Columbella curta Bell.
Conus canaliculatus auct.
Pleurotoma asperulata Lamk.
» *denticula* Bast.
» *Jouanneti* Desm.
» *Oliviæ* Hörn. et Auing.
Voluta rarispina Lamk.
Mitra scrobiculata Broc., var.
» *striatula* Broc., var.
» *goniophora* Bell.
Natica helicina Broc.
» *redempta* Micht.
Conus Tarbellianus Grat.
» *virginalis* Broc.
Turritella turris Bast.
» *cathedralis* Brong.

Cerithium gr. *thiara* Grat.
Ostrea gingensis Schlot.
Ostrea crassissima Lamk.
» *digitalina* Dub.
Anomia costata Broc.
Pecten Gentoni Font.
Pecten Fuchsi Font.
» *Vindascinus* Font.
» *Tournali* Serres.
» *galloprovincialis* Math.
» *subpleuronectes* d'Orb.
» *elegans* Andr.
» *pusio* Lamk.
» *substriatus* d'Orb.
» cf. *opercularis* Lamk.
Avicula Studeri Agass.
Mytilus Michelini Math., var.
Arca diluvii Lamk., var.
Cardium Burdigalinum Lamk., var.
» sp.
Lucina miocenica Mich., var. *Catalaunica* A. et B.
» *columbella* Bast.
» *ornata* Aga., var.
Cardita Deshayesi Hörn.
Venus Dujardini Hörn.
Lutraria sanna Bast.
Tellina sp.
Psammobia sp.
Solecurtus coarctatus Gm.
Corbula gibba Olivi.
» *carinata* Dujard.
Panopæa Menardi Desh.
Schizaster sp.

Enfin les couches appartenant au deuxième étage méditerranéen se terminent en bas dans le ruisseau Lavernó, par un banc de *Scutella Lusitanica* (?) de Loriol, qui s'étend sous la plaine, vers le N. jusqu'à la rivière Noya, près de la maison Codorniu.

C'est au-dessous de la ferme Rigolt qu'on voit que le substratum de l'Helvétien consiste en argiles rouges, sableuses, lignitifères avec gypse et pyrite en-dessous. Elles appartiennent à l'Aquitanien lacustre. C'est toujours par faille que l'Helvétien s'appuie sur l'Aquitanien, ainsi qu'on le voit dans la route que nous avons suivie, et sur la ligne du chemin de fer. Mais, c'est surtout près de l'extrémité du tunnel ouvert dans l'Oligocène qu'on voit très nettement la faille. Les espèces trouvées dans ces couches oligocènes jusqu'à présent sont :

Cricetodon antiquum Pomel.
Acerotherium lemanense Blainv.

dont la détermination est due à l'obligeance de M. Depéret, puis :

Melanopsis cf. *subbullata* Said.
Nystia Duchasteli d'Arch.
Hydrobia Dubuissoni Bouill.
Neritina Aquensis Math.
Helix sp.
Ancylus cf. *deperditus* Desm.
Limnæa pachygaster Thom.
» *subbullata* Font.
Planorbis declivis Braun.
» *Bonillensis* Font.
» sp., etc.

Enfin ce dépôt aquitanien, de même que l'Helvétien, repose en discordance par transgression, sur le Crétacé inférieur (Aptien-Barrémien) sur lequel était construit l'ancien Fort et le village de Subirats.

Nous laissons ces formations à droite et, continuant notre route, nous suivons l'Helvétien jusqu'à la gare de San-Sadurni de Noya, construite sur les argiles bleues pyriteuses avec *Schizaster* et intercalations de bancs de calcaire à *Venus Dujardini*.

A 5 h. 20, la Société reprend le train pour Barcelone.

M. **Stuart-Menteath** présente pour la bibliothèque du Séminaire un mémoire qu'il a publié en 1869 sur la géologie des Pyrénées de la Catalogne.

M. **Stuart-Menteath** fait une communication *Sur la dolomie de Catalogne et des Pyrénées*.

La dernière excursion, à l'ouest de Vilafranca, a complété, par de nouveaux exemples, nos impressions sur les relations de la dolomie analogue à la Haupt-Dolomit des Alpes Orientales et de Sorrente. Tant en Catalogne que dans les Pyrénées en général, cette dolomie paraît provenir, par un effet chimique, de la transformation de couches de divers horizons ; en deux mots c'est une zone de métamorphisme qui tantôt s'arrête au Lias, tantôt peut atteindre la base du Cénomanien. Les couches sont d'ailleurs affectées par de nombreuses failles qui produisent des contacts brusques entre la dolomie et des couches quelconques. Selon que l'on regarde surtout ces accidents, ou que l'on cherche surtout les relations de superposition des divers horizons, on sera disposé à accepter la classification de M. Almera, ou celle qui a paru plus probable à d'autres géologues. Dans la conclusion formulée ci-dessus, j'accepte tous les faits constatés et j'ai seulement cherché à les mettre d'accord en comparant les diverses coupes sur le terrain.

Ce procédé de conciliation me paraît applicable à toutes les discussions concernant la Haupt-Dolomit qui est si souvent la base des roches secondaires de régions très considérables. Dans les Pyrénées on a classé la dolomie dans tous les terrains depuis le Cambrien ; elle est assez souvent développée dans le Jurassique, mais on a souvent vainement cherché le Lias à sa base ; son irrégularité est un caractère très remarquable. Les *Bithynia* paraissent jouer le même rôle que le *Turbo solitarius* de la Haupt-Dolomit.

En somme, la dolomitisation paraît jouer dans les Pyrénées et les Alpes un rôle analogue à la formation du granite, et a occasionné nécessairement des illusions de première impression que les admirables travaux des géologues catalans peuvent déjà contribuer à dissiper. La formation de la dolomie, comme celle du granite, paraît continuer à travers les âges en Catalogne et peut expliquer le caractère bosselé de ses couches et les mouvements compliqués de ses nombreux bassins. La géologie chimiqne me paraît destinée à éclaircir ces phénomènes encore mystérieux.

OBSERVATIONS SUR LES TERRAINS NÉOGÈNES DE LA RÉGION DE BARCELONE (1)

par M. **Charles DEPÉRET.**

La Réunion de la Société géologique de France, à Barcelone, a été des plus attrayantes pour l'étude des formations néogènes et l'on ne saurait trop admirer le soin et la patience avec lesquels notre savant confrère, M. l'abbé Almera, a su reconnaître et débrouiller les horizons variés qui se trouvent représentés dans un assez faible rayon autour de la belle capitale de la Catalogne. La visite de la Société n'a été qu'une confirmation éclatante de la justesse des observations de nos confrères d'Espagne, MM. Almera, Bofill, Vidal, auxquels il m'est agréable d'apporter ici ce juste hommage à leurs travaux. J'ai retiré de notre trop court séjour dans cette belle région quelques impressions d'ensemble et quelques rapprochements à distance que nos confrères de Barcelone me permettront de présenter dans cette courte note.

1° Terrain pliocène.

Le *Pliocène* se montre aux environs de Barcelone, exactement comme dans le Midi de la France et en Algérie, c'est-à-dire sous la forme de golfes ou de *fiords* plus ou moins étendus qui pénètrent dans le fond des basses vallées actuelles, où les dépôts pliocènes marins viennent reposer en discordance par ravinement sur l'une quelconque des formations plus anciennes.

C'est ainsi que sous la ville même et sous les faubourgs de Barcelone, les dépôts pliocènes entourent comme une île la colline miocène du fort Monjuich et s'appliquent à l'ouest directement sur le granite et les schistes paléozoïques du massif du Tibidabo. M. Almera nous a fait voir au village de Sans un Astien marno-sableux à *Lithothamnium* et *Pecten cristatus*, représentant un faciès tranquille du Pliocène moyen, constitué à une petite distance du littoral ; tandis que le ravin d'Esplugas nous a montré, beaucoup plus près de la falaise granitique, un faciès du même étage beau-

(1) Note présentée à la séance du 9 octobre 1898 à Barcelone.

coup plus grossier, constitué par des graviers et des sables granitiques à *Pecten scabrellus*, *bollenensis*, *benedictus*, Balanes, Huîtres, etc. Les couches d'Esplugas m'ont paru tout à fait identiques aux couches supérieures du pliocène marin de Millas et de Banyuls-des-Aspres (Roussillon), que j'ai décrites sous le nom de sables gris à *Pecten scabrellus*. A Esplugas du reste, comme en Roussillon, ces couches terminales du Pliocène marin sont surmontées immédiatement par des limons continentaux jaunâtres qui représentent les limons fluvio-terrestres à *Mastodon arvernensis* et *Hipparion crassum* des environs de Perpignan. Ces couches limoneuses du Pliocène moyen (1) sont peu épaisses à Esplugas ; M. Bofill nous a assuré qu'on y avait recueilli non loin de ce point une dent de Mastodonte.

Dans la basse vallée du Llobregat, la mer pliocène a pénétré profondément jusqu'un peu au-delà de Papiol et a déposé au pied de ce pittoresque village, dans une anse des terrains miocènes, d'épaisses couches d'argiles bleues *plaisanciennes* à faune variée : *Turritella subangulata, Nassa semistriata, Corbula gibba, Venus multilamella, Pleuronectia cristata, Pl. comitata,* nombreux Pleurotomes, etc. Le faciès de ce gisement et de cette faune m'ont rappelé d'une manière étonnante le faciès de Théziers (Gard) et des argiles à polypiers de Saint-Restitut (Drôme).

A quelques kilomètres encore plus en amont dans la vallée, près de Castellbisbal, affleurent, reposant sur l'Aquitanien rouge continental, par l'intermédiaire d'un conglomérat de base, des argiles bleues et jaunes où M. Almera a su découvrir la faune des *couches à Congéries* de la vallée du Rhône (*petites Congéries, Neritines*, *Melanies, Melanopsis Neumayri, Limnocardium*). Il s'agit bien ici, comme à Bollène et à Théziers, du *faciès pliocène* de cette formation caspique ; la démonstration décisive de l'âge pliocène de ces couches à Congéries du Llobregat est fournie par la présence à Papiol, au sein des argiles plaisanciennes et mélangées avec les éléments

(1) Les limons fluvio-continentaux du Pliocène moyen m'ont paru tenir dans la géologie de la région littorale de la Catalogne, entre Barcelone et la frontière française, un rôle de premier ordre, qui n'a pas été suffisamment mis en lumière. Non seulement ces limons plus ou moins sableux remplissent la dépression de Figueras ou de l'Ampourdan, bassin symétrique de celui du Roussillon au sud de l'axe cristallin des Pyrénées orientales ; mais c'est encore à ces mêmes formations et non au Quaternaire comme on l'a fait souvent, que je rapporte, à cause de *leur faciès identique*, les limons jaunâtres qui remplissent les bassins d'effondrement alignés en chapelet dans l'axe du massif ancien du littoral catalan. Il me semble qu'il y a des chances sérieuses de retrouver un jour dans ces dépôts des gisements de Mammifères fossiles analogues à ceux du Roussillon.

marins de cette faune, de *toutes les espèces de Castellbisbal*, que nous avons pu y recueillir sous la conduite de M. Almera. Il serait même permis de se demander ici, si les couches jaunâtres à Congéries ne seraient pas un simple faciès latéral des couches de Papiol, dû à l'existence, au fond du golfe marin, d'un estuaire du Llobregat pliocène.

2° Terrain miocène

1° *Pontien.* — Le *Miocène supérieur*, de faciès continental, occupe de vastes étendues dans les bassins du Llobregat et de la rivière de Besos, au nord du massif ancien du littoral (Vallès, Panadès). Près de Sardanyola, nous avons pu étudier cet étage, composé de graviers torrentiels, entremêlés de limons, qui rappellent par leur faciès les cailloutis et limons à *Hipparion gracile* de Cucuron et du plateau de Valensole, dans le bassin de la Durance. M. Almera y a du reste découvert, non loin de Tarrasa, les Mammifères de la faune du mont Léberon (*Hipparion gracile*, *Mastodon longirostris*, *Micromeryx*, etc.).

C'est la reproduction parfaite des conditions continentales constatées partout à la fin du Miocène, dans le Languedoc, la Provence, le nord de l'Italie, la Grèce, etc.

Dans le petit bassin tertiaire littoral de Vilanueva y Geltru, au S.-E. de Barcelone, M. Almera nous a fait voir, au-dessus du Tortonien marin, une épaisse série de calcaires laguno-lacustres à *Potamides tricinctus* Broc., *Hydrobia*, *Bithynia* aff. *leberonensis*, *Helix*, etc., dont l'âge pontien ne me paraît pas établi d'une manière définitive au point de vue paléontologique. Notre confrère M. Zurcher m'a communiqué, il y a quelques années, une faune tout à fait analogue, avec *Potamides tricinctus*, provenant de Majastres et de Levens (Basses-Alpes), dans des calcaires situés à un niveau inférieur aux cailloutis à *Hipparion* du plateau de Valensole. Je serai donc porté à penser que ces calcaires représentent soit un accident lagunaire au sommet du Tortonien, soit tout au plus du Sarmatique.

2° *Sarmatien.* — La question de l'équivalence exacte, dans le bassin de la Méditerranée occidentale, de l'important *étage sarmatique* des géologues d'Orient, est l'une des plus difficiles à préciser, à l'heure actuelle, dans la stratigraphie miocène. Il m'a été impossible, malgré mes recherches en ce sens, de découvrir dans le bassin du Rhône un équivalent paléontologique de ce grand horizon, et j'ai dû me borner à supposer son parallélisme vraisemblable avec les couches marines terminales du *2e étage méditerranéen*, situées, soit en Dauphiné, soit en Provence, immédiatement au-dessous des

couches pontiennes à *faune de Pikermi*. Aux environs de Barcelone, les découvertes de M. Almera ont fait faire à cette délicate question un important progrès. Près de Sardanyola, nous avons observé un Tortonien marin très littoral, avec bancs d'*Ostrea crassissima*, *Venus plicata*, grands Cônes, Turritelles du type *vermicularis*, petits *Cardium*, et nombreux moules et contre-empreintes de *Cerithium pictum* ; le *faciès sarmatique* se réduit ici à cette dernière espèce, qui est loin d'être caractéristique de l'étage et dans tous les cas, il n'y a pas séparation des deux niveaux, mais simplement mélange des deux éléments fauniques dans les mêmes bancs.

A San-Pau d'Ordal, dans le bassin du Panadès, l'étage sarmatique est mieux caractérisé : on observe à une hauteur notable au-dessus des marnes tortoniennes à *Pereiræa Gervaisi*, *Rostellaria Dordariensis*, *Protorotifera*, *Ancillaglandiformis*, *Pleurotoma Jouanneti* et *asperulata*, un horizon marneux fossilifère avec *Cerithium pictum*, *C. bidentatum*, *Turritella gradata*, *Natica Josephinia*, associés à des types franchement sarmatiques comme *Ervillia podolica*, *Mactra podolica* et surmontant un banc de petites *Ostrea gingensis* et *digitalina* ; le Pontien continental vient immédiatement au-dessus. Il y a donc dans cette localité un véritable niveau stratigraphique *sarmatien*, mais avec un faciès plus marin que dans la région de la mer sarmatique d'Orient. Le sarmatique ne paraît être en somme que du Tortonien tout-à-fait supérieur, et cette observation est d'accord avec la faune de Mammifères terrestres de l'étage qui, dans le bassin de Vienne, contient les espèces de la *faune de Sansan*, c'est-à-dire du 2e étage méditerranéen.

3° *Deuxième étage méditerranéen (Vindobonien)*. — La colline isolée de Monjuich, qui domine la ville et le port de Barcelone, est un bel exemple de l'ensemble de cet étage, comprenant à la fois l'*Helvétien* à *Turritella turris* à la base et le Tortonien à *Turritella bicarinata*, *Cardita Jouanneti*, var. *lævigata* vers le sommet (faune de Cabrières-d'Aigues). Avant les érosions prépliocènes qui ont isolé la colline, les couches de Monjuich devaient s'appuyer directement contre le massif ancien en l'absence du premier étage méditerranéen dont il n'existe aucune trace. C'est un nouvel exemple fort net de la transgression du deuxième étage méditerranéen par rapport au premier, et il vient à l'appui des constatations semblables que l'on peut faire d'une manière générale en Languedoc, puis le long du bord oriental du Plateau Central, dans le Jura, en Souabe, etc., c'est-à-dire sur tout le *Vorland* de la chaîne alpine.

Nous avons observé également le deuxième étage méditerranéen

en superposition sur le premier étage dans le grand bassin du Panadès, sur le revers occidental du massif littoral. Il se compose ici essentiellement de marnes bleuâtres et de mollasse jaune marno-sableuse à moules de bivalves, qui rappellent tout à fait le faciès du *safre* du Languedoc et de la Basse-Provence. Près de San-Pau d'Ordal, sur la route de San Sadurni, M. Almera nous a montré, intercalé vers le haut de l'étage, un véritable petit récif à Polypiers, tout à fait semblable au récif d'Autignac, au fond du golfe miocène de la vallée de l'Hérault ; ces récifs coralliens miocènes sont assez rares dans nos contrées pour mériter une mention spéciale.

4° *Premier étage méditerranéen (Burdigalien).* — La découverte du Burdigalien en Catalogne est l'une des plus importantes constatations récentes de M. l'abbé Almera.

Cet étage n'occupe qu'une surface assez restreinte sur la bordure orientale du Panadès, au sud de la petite ville de Vilafranca. Au débouché du massif urgo-aptien dans la plaine du Panadès, nous avons vu reposer directement sur les calcaires secondaires un épais conglomérat à éléments calcaires locaux, de près de 100 mètres de puissance, bientôt surmonté d'un calcaire dur, blanc, à innombrables *Lithothamnium* et grosses *Ostrea.* Au ravin de los Monjos, ce même calcaire contient de nombreux *Pecten præscabriusculus, P. subbenedictus, Echinolampas,* Bryozoaires, c'est-à-dire la faune caractéristique du Burdigalien supérieur de la vallée du Rhône. Le faciès des couches rappelle étonnamment celui de la mollasse calcaire du pied du Léberon et du bassin de Forcalquier. Je n'ai vu aucune trace de la mollasse sableuse du Burdigalien inférieur à *Pecten Davidi;* comme en beaucoup de points du bassin du Rhône, le Burdigalien supérieur est donc ici transgressif sur ce dernier horizon.

4° Aquitanien.

Je ferai mention, pour terminer, d'une importante formation continentale (couches rouges avec conglomérats intercalés) que nous avons vue au fond de l'anse pliocène du Llobregat, à la hauteur de la cluse de Martorell. Cette formation torrentielle paraît jouer un rôle assez important le long du bord méridional du Panadès, mais demeure parfaitement indépendante des formations éocènes et oligocènes du grand synclinal nummulitique sous-pyrénéen. M. Almera a eu la bonne fortune de pouvoir dater ces couches rouges, par la découverte de Mammifères (*Sciurus Feignouxi, Cricetodon antiquum, Dremotherium, Acerotherium*), qui

paraissent répondre à la faune aquitanienne de Saint-Gérand-le-Puy. Il est curieux de rappeler que des formations analogues et de même âge jouent un rôle important en Algérie (Grande Kabylie, bassin de Bouïra, bassin de Constantine, etc.), comme ont pu le constater les membres de la Société présents à la Réunion de 1896.

M. **L. Carez** présente les observations suivantes :

L'excursion de Castellvi de la Marca nous a montré une succession des plus intéressantes :

1. Dolomie noire (Jurassique).
2. Calcaire urgonien à *Requienia*.
3. Calcaires et marnes à *Horiopleura* et *Polyconites* avec une faune aptienne bien nettement caractérisée et dont la liste a été donnée par M. l'abbé Almera.

Cette coupe est tout à fait identique à celle de Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales), que j'ai rappelée dans le compte-rendu de la réunion des Corbières en 1892 ; elle démontre une fois de plus ce que je ne cesse de répéter depuis nombre d'années, à savoir que la zone à *Horiopleura* et *Polyconites* appartient à l'Aptien et non au Gault. Aussi bien à Saint-Paul qu'à Castellvi, non seulement les fossiles qui accompagnent *Horiopleura* et *Polyconites* sont aptiens, mais la faune aptienne se continue encore dans les couches plus récentes.

Les failles sont aussi nombreuses aux environs de Castellvi qu'aux Costas de Garraf ; une belle faille courbe avec miroir très net passant auprès de l'église attire particulièrement l'attention. Je crois intéressant d'ailleurs de faire remarquer la différence essentielle au point de vue tectonique entre le massif secondaire de Garraf-Vilafranca et la région primaire des environs immédiats de Barcelona. Dans cette dernière les failles sont très rares, ou n'ont tout au moins que peu d'influence sur la structure générale, tandis que les plissements acquièrent une intensité considérable et que les renversements sont pour ainsi dire la règle.

Au contraire, dans la zone secondaire, les failles verticales ou obliques sont d'une prodigieuse abondance ; elles ont divisé ce massif en une série de compartiments qui ont joué les uns par rapport aux autres, en conservant presque toujours une position peu éloignée de l'horizontale. Les plissements et les renversements ne jouent ici qu'un rôle tout à fait accessoire.

SUR LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DE LA VALLÉE DE LA MUGA (PROVINCE DE GERONA) (1)

par M. **L.-M. VIDAL.**

Une bonne partie de la craie supérieure du Nord de l'Espagne a suivi le sort de son homologue du Midi de la France qui, par l'effort puissant et soutenu de plusieurs géologues distingués, a été rajeunie; des couches, considérées autrefois comme turoniennes, sont aujourd'hui placées dans le Sénonien : et les différents niveaux qui s'accusent dans l'ensemble du Crétacé supérieur espagnol, viennent d'être habilement délimités par M. Douvillé, grâce à ses belles études sur la structure des Rudistes.

C'est un service important que ce savant a rendu à la Géologie en général, et je suis heureux de l'occasion qui m'est offerte de lui témoigner ma reconnaissance, pour les progrès qu'il a fait faire à la géologie de la Catalogne en jetant une si vive lumière sur l'équivalence de ses assises avec celles de la France méridionale.

Mais de toutes les contrées où la nouvelle classification s'impose, aucune autre n'éprouve une plus profonde modification que le lambeau crétacé de la vallée de la Muga (province de Gérona) décrit, il y a 20 années, dans mon mémoire : « Sistema Cretáceo de los Pirineos de Cataluña. » Ici M. Douvillé, en modifiant aujourd'hui les déterminations spécifiques faites alors sur mes échantillons de Rudistes par d'autres savants paléontologistes, a fait disparaître les considérations qui me conduisaient à admettre l'existence d'un Sénonien inférieur *lacustre* reposant sur les sédiments qu'on croyait *turoniens*.

Plusieurs fois j'indiquais alors, dans mon travail cité, les analogies frappantes que j'avais observées entre la faune de ce supposé *Sénonien inférieur lacustre* et celle du Garumnien catalan : mais la présence du faux *Turonien* immédiatement au-dessous de lui, la difficulté d'admettre ici un hiatus dans toute la durée du *Sénonien*, et enfin le fait qu'il y a en France un *Sénonien lacustre* dans la formation lignitifère du Beausset, tout cela rendait admissible l'idée que ce *Sénonien lacustre* existait aussi dans les Pyrénées espagnoles, à la vallée de la Muga.

(1) Communication faite à la séance du 9 octobre à Barcelone.

Cette idée, nous verrons bientôt qu'on ne doit pas l'abandonner : mais la Note que j'ai l'honneur de présenter à la Société a pour objet de démontrer que les assises que je pensais alors pouvoir le représenter, ne le représentent plus : elles sont *garumniennes*. Le banc à *Hippurites cornuvaccinum* et *H. sulcatus*, devenu, par les études de M. Douvillé, banc à *H. Archiaci* et *H. Heberti*, n'est plus *turonien;* il est *campanien* dans l'état actuel de nos connaissances. Les couches très fossilifères qui lui sont inférieures ne sont pas non plus turoniennes : elles deviennent *santoniennes;* et c'est dans ces assises santoniennes *marines* qu'il existe une assise *lacustre*, qui hérite aussi de la place qu'on a dû faire abandonner à celles qui sont devenues garumniennes.

Voici donc, décrite en ordre descendant, la coupe (fig. 1) de cette intéressante localité telle que je la comprends :

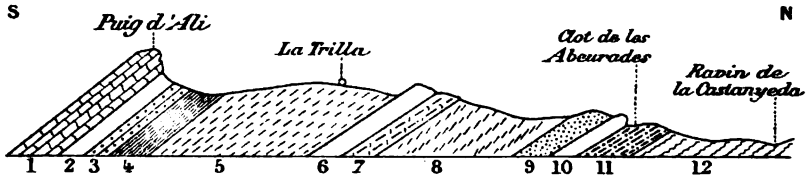


Fig. 1. — Coupe du lambeau crétacé de Carbonils.
Longueur 2 kilomètres ; hauteurs libres.

Garumnien. — 1. — Calcaires sub-compacts, blanchâtres. Ils forment le couronnement du Puig d'Ali qui s'élève à quelque 90 mètres sur la métairie de La Trilla.

2. — Calcaires argileux grisâtres.

3. — Marnes jaunâtres, lie-de-vin et blanchâtres.

4. — Plusieurs alternances de grès jaunes en bancs de 40 à 50 centimètres d'épaisseur, avec des marnes bleues ou noirâtres de 1m à 1m50 d'épaisseur. Des indices charbonneux ont motivé des explorations minières infructueuses.

Cerithium nov. sp.
Cassiope nov. sp.
Nerita Malladæ Vidal.
Neritopsis Goldfusi Zekeli sp., genre d'Oppenheim.
Actæonella nov. sp.
Tornatellæa nov. sp.
Melania stillans Vidal.
Pyrgulifera cf. *Matheroni* Roule.
Dejanira Matheroniana nov. sp. La *Dejanira Matheroni* Vidal étant en synonymie avec la *D. bicarinata* Stol., j'ai voulu conserver pour cette nouvelle espèce le nom du savant paléontologue provençal.
Melanopsis nov. sp.
Cyrena, deux espèces.
Cardium Duclouxi Vidal.

Dordonien. — 5. — Marnes sableuses grisâtres ou bleuâtres : alternances avec des grès calcarifères bruns de 1 mètre à 2 mètres d'épaisseur. Cette série, d'une épaisseur de quelques 100 mètres, renferme des fossiles très mal conservés :

Nautilus.
Janira quadricostata Gein. sp.
Ostrea Matheroniana d'Orb.
Cassiope cf. *Renauxiana* d'Orb.
Diploctenium cf. *subcirculare* Mich.

Campanien. — 6. — Banc à Rudistes qui s'étend des environs de la métairie La Trilla jusqu'au sommet du coteau du Nord.

Hippurites Archiaci Munier-Chalmas.
» *Heberti* Munier-Chalmas.
Hippurites Vidali Matheron.
Radiolites Toucasi d'Orb.

7. — Marnes sableuses :

Cassiope cf. *Renauxiana* d'Orb. sp.
Cyclolites.
Diploctenium.

Santonien. — 8. — Grès calcarifère brun alternant plusieurs fois avec des marnes sableuses grisâtres. Le grès renferme des Radiolites et Sphærulites qu'on ne peut dégager. Dans les marnes il y a les espèces suivantes :

Ostrea plicifera Duj., var. *spinosa* Math.
O. Caderensis Coq.
Pachygira labyrinthica Mich. sp.
Diploctenium lunatum Mich.

9. — Grès à gros grains sur un banc de marne sableuse.
10. — Calcaire à Rudistes : *Hippurites canaliculata* Rol.
11. — Marnes et calcaires marneux grisâtres ou bleuâtres :

Rhynchonella Lamarckiana d'Orb.
Janira quadricostata Gein. sp.
Placocœnia.
Terebratula Nanclasi Coq.

12. — Marnes vert-sale puissantes.

Pecten.
Ostrea plicifera Duj., var. *spinosa* Math.
Ostrea caderensis Coq.
» *priorati* Vidal.

Ces marnes santoniennes, plus au sud, deviennent très fossilifères ; on y trouve :

Cassiope Coquandi d'Orb. sp.
» *Renauxiana* d'Orb. sp.
» cf. *ornata* Drescher sp. (in Frech.).
Turritella difficilis d'Orb.
Corbula striatula Goldfuss.
» *Goldfusiana* Math.
Mytilus striatocostatus d'Orb.
» *Verneuilli* de Prado.
Lima semisulcata Desh.
Ostrea caderensis Coq.
Radiolites angulosus d'Orb.
Sphærulites Toucasi d'Orb.
» *squamosa* d'Orb.
» *minor* Vidal.
Cyclolites elliptica Lk.
Columnastræa striata Edw. et Hai.

Mais ce qui donne à ces assises santoniennes, une haute importance au point de vue comparatif avec les contrées de la France méridionale, c'est qu'il existe au sein de cette formation et sur un banc à *Radiolites angulosa* et *Sphærulites squamosa* une mince couche de lignite qui contient avec les Gastropodes et Pélécipodes mal conservés, le *Melanopsis galloprovincialis* Math., si commun à la base de la formation lignitifère de la Provence. Quoique cette espèce y soit très rare, on ne peut moins faire de reconnaître ici l'horizon des lignites de Fuveau. C'est pour cela que j'ai dit antérieurement que je ne renonçais pas à l'idée qu'il existe à Carbonils un *Santonien lacustre*, quoique je doive séparer de cet horizon, les couches

appelées ainsi dans ma première étude et les faire monter dans le Garumnien.

Ainsi, en résumé, le lambeau crétacé de la Vallée de la Muga offre un bel exemple de succession en ordre normal des niveaux de la craie supérieure, et, se trouvant placé à l'extrémité orientale de la craie de la Catalogne, il établit géographiquement et géologiquement le lien de la craie espagnole avec celle du Midi de la France.

Ce lambeau est enclavé entre le Trias au nord et le Nummulitique au sud. La montagne de Notre-Dame du Faou (*Mare de Den del Fau*), qui est triasique, forme sa bordure septentrionale, et laisse affleurer à sa base du côté nord le porphyre granitoïde qui s'étend à l'est formant la montagne de Montdevá.

Sa bordure méridionale est formée par la série de crêtes éocènes que la rivière La Muga suit jusqu'à San-Lorenzo de la Muga.

Cette disposition géologique diffère quelque peu de celle qui est figurée dans la carte qui accompagne l'*Etude stratigraphique des massifs montagneux du Canigou et l'Albène*, publié par M. Joseph Roussel en 1896, dans le *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France*, travail qui embrasse une petite zone catalane du versant méridional des Pyrénées.

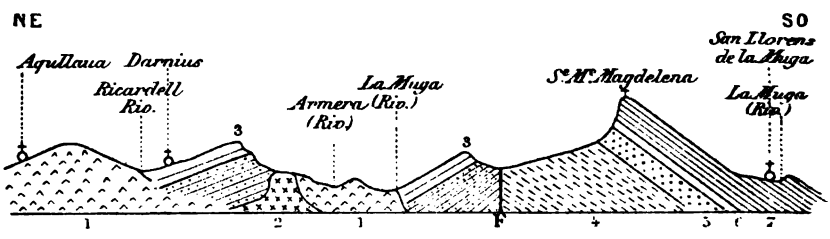


Fig. 2. — Coupe de Agullana à San-Lorenzo de la Muga.
Longueur 12 kilomètres; Hauteurs libres.

1, Granite ; 2, Porphyre ; 3, Trias : calcaire du Muschelkalk sur des poudingues quartzeux et marnes rouges du grès bigarré ; 4, Marnes sénoniennes ; 5, Garumnien : Grès rouges et marnes rougeâtres et jaunâtres ; 6, Nummulitique inférieur : calcaire à *Alvéolines* ; 7, Nummulitique moyen : Marnes à *Turritelles*.

Dans ce Mémoire, dont je n'avais pas eu connaissance quand j'ai lu à la Société géologique réunie à Barcelone mes observations antérieures, M. Roussel fait connaître pour la première fois la présence du Garumnien dans les crêtes frontières de cette extrémité de la chaîne pyrénéenne. Mais la ressemblance de la couleur rouge des marnes et conglomérats de cette formation avec la couleur des assises triasiques, a fait dire à ce savant (page 292) que c'est par

erreur que les géologues ont rapporté au Trias ces terrains ; et en conséquence il a supprimé le Trias dans sa carte sur toute cette portion du versant méridional des Pyrénées.

Mes observations ne me permettent pas d'accepter cette conclusion. Le Trias y existe parallèlement à la crête frontière, et on peut le suivre de l'est à l'ouest pendant environ 20 kilomètres : il est coupé par la route de Figueras à la Frontière, près du pont de Capmany, où les calcaires du Muschelkalk sont exploités, et le grès bigarré y constitue la *serra de Montroig :* il passe au nord de San-Lorenzo de la Muga, à Darnius reposant sur le granite ou le porphyre et buttant par faille contre le Crétacé supérieur que je viens de décrire (fig. 2).

La montagne de Notre-Dame du Faou, que j'ai citée déjà, située au nord et tout près du lambeau crétacé de Carbonils, se dresse sur une hauteur de 200 mètres, près de la frontière, présentant un bon exemple des deux étages du Trias, le *Muschelkalk* et le *grès bigarré.* Les couches plongent au sud-ouest. De haut en bas, on trouve en descendant par le chemin qui conduit à Massanet de Cabrenys, les assises suivantes :

MUSCHELKALK	1. — Dolomie gris noirâtre et calcaire compact. 2. — Cargneules. 3 — Calcaire : assises mélangées avec des marnes rouges. 4. — Calcaire.
GRÈS BIGARRÉ	5. — Marnes rouges. 6. — Poudingues quartzeux. 7. — Porphyre.

Ce sont les poudingues du grès bigarré, les assises rouges, qui entrent en France par Constonge.

M. **Carez** pense que les couches à *Hippurites Heberti* et *H. Archiaci* sont identiques à celles de Foix et sont santoniennes et non campaniennes, comme le veut M. Douvillé.

M. **Depéret** demande à M. Vidal si *Melanopsis galloprovincialis* se trouve au-dessous des dernières Hippurites.

M. **Vidal** répond que c'est bien en effet au-dessous, contrairement à ce qui se passe en Provence, où les *Melanopsis* sont bien au-dessus.

M. **Depéret** ajoute que, grâce à la découverte d'Ammonites santoniennes, on a pu vieillir dans ces derniers temps les couches à Hippurites de Provence et que les couches saumâtres de Valdonne et Fuveau pourraient être du Santonien tout à fait supérieur; mais en Catalogne il y aurait par dessus un retour d'Hippurites qui sont forcément campaniennes.

SUR L'EXISTENCE DU TERRAIN INFRALIASIQUE EN ESPAGNE

par M. **CALDERON** (1).

L'existence du terrain infraliasique n'a pas encore été signalée en Espagne, et cependant depuis la base des Pyrénées jusqu'à Castellon, près la côte méditerranéenne, et surtout dans la chaîne Ibérique, s'étend une série de lambeaux de puissantes formations de calcaires, dolomies et brèches que je considère comme appartenant au dit terrain. Ces lambeaux forment le plus souvent d'arides plateaux nivelés. Ils ont été envisagés les uns comme appartenant au terme supérieur du terrain triasique, les autres comme du Lias inférieur ou comme du Tertiaire, ou bien ils ont passé inaperçus, mais ils possèdent tous un caractère de ressemblance frappant.

Les dites formations se trouvent dans les Pyrénées de la province de Huesca, en divers endroits des provinces de Barcelone, Tarragone, Castellon, Teruel, surtout à la Sierra d'Albarracin, Guadalajara et Cuenca ; mais nous ne connaissons pas encore exactement l'extension de toutes ces formations parce qu'elles n'ont pas fixé l'attention des géologues.

Ayant eu l'occasion de les étudier à Sigüenza et surtout à Molina de Aragon, je prépare un travail détaillé, mais je me fais un honneur d'en présenter les principaux résultats aux savants confrères de la Société géologique de France qui nous honorent en visitant notre pays.

Dans la province de Guadalajara, le terrain infraliasique se trouve aux environs de Sigüenza, dans tout le plateau qui s'étend entre Alcolea-del-Pinar jusqu'à Mazarete à 1,300^{m}, dans le plateau de Molina de Aragon et dans d'autres plus petits de El Pobo, Prados Redondos et Tordellego. Tous ces lambeaux se correspondent comme les restes d'un grand plateau uniforme.

Le terrain infraliasique ibérique est constitué par deux termes ou formations concordantes. Le terme inférieur se compose de calcaires dolomitiques ou cargneules de couleur claire, passant souvent à de vraies dolomies saccharoïdes. Cette formation atteint 100^{m} environ à Molina de Aragon et dans la province de Teruel. Quelquefois, on trouve sous forme de filons, dans la cargneule ou à sa base, des brèches calcaires constituées par des débris de calcaires tria-

(1) Note présentée à la séance du 9 octobre à Barcelone.

siques de toute grandeur amassés plutôt que reliés par un ciment.

Le terme supérieur est constitué par un calcaire compact, siliceux, gris clair, en couches minces, très souvent percé de trous cylindriques. Dans l'épaisseur de cette formation se trouvent des couches de tuf calcaire aussi net que celui qui se forme de nos jours, mais beaucoup plus compact, lequel est employé à Santiuste depuis le moyen-âge comme une excellente pierre à moulin. Les trous du calcaire siliceux, comme ceux du tuf, sont cylindriques, ainsi que je viens de le dire, et se croisent en divers sens, mais souvent ils sont polygonaux, avec des stries rappelant des moules d'équisétacées. La roche est dans quelques endroits tellement croisée de tubes et galeries, qu'elle ressemble par son aspect à certaines laves ou scories. Je ne connais pas toute l'épaisseur de cette formation, mais elle dépasse 70m dans le plateau qui s'étend au sud de Molina.

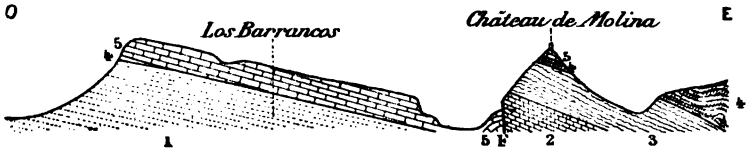


Fig. 1. — Coupe par Los Barrancos et le château de Molina.
Echelle des longueurs 1/50.000 ; des hauteurs 1/5.000.

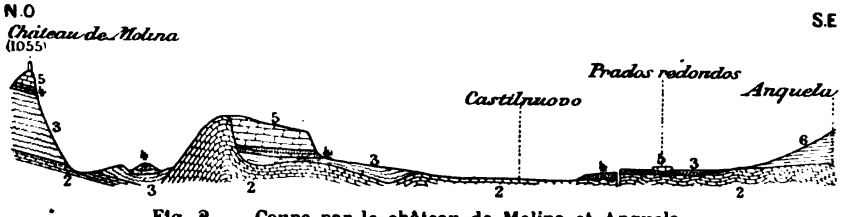


Fig. 2. — Coupe par le château de Molina et Anquela.
Echelle des longueurs 1/50.000 ; des hauteurs 1/10.000.

1, Grès rouge ; 2, Muschelkalk ; 3, Keuper ; 4, Calcaire dolomitique et brèches (Infralias) ; 5, Calcaire siliceux (Infralias) ; 6, Calcaires (Lias moyen).

Je ne parlerai pas des faciès locaux des roches et de certaines couches subordonnées pour me borner aux caractères les plus généraux du terrain. Les coupes (fig. 1 et 2) représentent la succession des formations infraliasiques et leurs relations avec le Trias à Molina de Aragon. On voit qu'elles reposent tantôt sur le Grès bigarré, tantôt sur le Muschelkalk ou sur le Keuper. Elles se cachent sous le Lias moyen dans le plateau de Maranchon et sous le Crétacé inférieur au sud-ouest de Sigüenza.

Généralement l'Infralias, le Trias et le Jurassique se présentent

peu bouleversés dans la chaîne Ibérique, étant en apparence concordants comme le fit déjà remarquer M. de Verneuil; cependant j'ai pu apprécier dans le plateau du sud de cette ville, que l'Infralias est quelquefois nettement discordant avec les calcaires du Muschelkalk à *Chondrites* sur lequel il repose.

Je n'ai pas eu la chance de trouver dans l'Infralias des fossiles déterminables; seulement au sud de Molina j'ai rencontré une couche de calcaire grossier interstratifiée dans le calcaire siliceux avec des moules d'un petit Gastéropode (sans doute un *Cerithium*) et de *Cypris*, et une empreinte d'un grand *Planorbis* (?) et plusieurs autres rappelant une grande espèce de *Vivipara*. Des impressions pareilles existent dans les brèches de la base du terrain.

Ce caractère d'eau douce ou saumâtre de l'Infralias ibérique, confirmé par de puissantes formations de tuf, me semble remarquable, surtout par le contraste qu'il présente avec les terrains voisins, le Muschelkalk, évidemment marin et le Lias dont la faune est très riche en Brachiopodes et autres formes de mer profonde.

L'existence de l'Infralias, quoique nouvelle pour l'Espagne, ne l'est pas pour la Péninsule. Nous savons par M. Choffat, qu'au nord du Tage, en Portugal, vers la partie supérieure du massif triasique, les grès deviennent plus fins et alternent avec des couches de marnes et de calcaires dolomitiques contenant une faune de caractère plutôt liasique que triasique et des végétaux qui, d'après Heer, correspondent à l'Infralias. Le faciès de cette formation semble cependant différent de celui des formations espagnoles que je réfère au même terrain, du reste partout excessivement polymorphe.

M. **Bergeron**, au nom de la Société Géologique, remercie M. Almera de la façon dont il a organisé et conduit les excursions si intéressantes qui viennent d'être faites autour de Barcelone. Il serait à désirer que M. Almera pût former des élèves, car l'Espagne, si riche au point de vue géologique, a besoin d'un grand nombre de géologues. M. Bergeron adresse aussi des remerciements à M. Bofill, à M. Vidal qui a organisé avec tant de zèle les excursions dans la province de Lérida, ainsi qu'à la nation espagnole qui partout a été si accueillante pour la Société; il remercie encore le secrétaire et le trésorier. Il termine en disant que la réunion de Barcelone restera parmi celles dont la Société gardera le meilleur souvenir.

Le Président remercie la Société de l'honneur qu'elle a fait à l'Espagne en venant à Barcelone.

NOTE SUR LES TERRAINS PALÉOZOÏQUES DES ENVIRONS DE BARCELONE ET COMPARAISON AVEC CEUX DE LA MONTAGNE NOIRE (LANGUEDOC)

par M. J. BERGERON (1).

I. Situation des terrains paléozoïques. — II. Série métamorphique correspondant probablement au Cambrien et à la base de l'Ordovicien. — III. Ordovicien et Gothlandien. — IV. Dévonien. — V. Carbonifère. — VI. Plissements hercyniens. — VII. Comparaison entre les massifs anciens de la Catalogne et de la Montagne Noire.

I

Les terrains paléozoïques forment le long de la côte de la Catalogne une bande orientée N. 60° E. qui s'étend approximativement du Cap Bagur à l'embouchure du Llobregat.

Dans sa partie méridionale, cette bande disparaît à partir de Casteldefels au sud du Llobregat, sous les terrains secondaires et tertiaires. Il en est de même vers l'ouest. Vers l'est le massif paléozoïque est bordé par la mer ; mais quelques lambeaux de sédiments triasiques et miocènes, montrent qu'au commencement de l'époque secondaire et vers la fin de l'époque tertiaire, il y a eu invasion de cette région par la mer. Dans la partie axiale de la bande paléozoïque, il s'est produit un effondrement ou un plissement synclinal, antérieur au Tertiaire supérieur, par suite duquel la mer a occupé une dépression où affleurent actuellement des sédiments tertiaires néogènes.

De plus, le lœss forme un manteau, parfois très épais, qui recouvre indistinctement toutes les assises primaires, aussi bien que les assises secondaires et tertiaires.

De cette bande paléozoïque, c'est seulement la partie comprise, de l'ouest à l'est, entre les dépôts néogènes médians et la mer, comme, du nord au sud, entre le Rio Besos et Casteldefels, que nous avons

(1) Cette communication a éte faite à la séance du 21 Novembre 1898. Il m'a semblé qu'il serait intéressant, après la réunion extraordinaire de Barcelone, de donner un résumé sur les terrains paléozoïques que nous avons parcourus et de les comparer à ceux de la Montagne Noire (Languedoc).

parcourue. C'est de celle-là, seulement, que je m'occuperai. Bien que nos excursions aient été très rapides, il nous a été possible, cependant, de reconnaître un grand nombre de niveaux paléozoïques, d'abord parce que M. l'abbé Almera a recueilli des fossiles dans plusieurs d'entre eux, puis parce que d'autres sont identiques, au point de vue lithologique, à ceux de même âge de la Montagne Noire.

II

Les dépôts les plus anciens ne se montrent vraisemblablement qu'à l'état de roches métamorphiques. D'après l'allure des couches, là où elles ont été affectées de simples plissements, sans dislocations ni renversements, on peut reconnaître des anticlinaux dont les flancs présentent des séries fossilifères continues. Les assises les plus anciennes occupent naturellement la partie axiale de ces anticlinaux ; mais en même temps ce sont celles qui présentent les traces du métamorphisme le plus intense. Le fait s'explique par l'apparition de masses granitiques ou plutôt granulitiques dans ces anticlinaux, comme à l'ouest de Vallcarca et sur le chemin de San-Gervasi à l'hospice du Sacré-Cœur. Mais parfois la même série, comme à Montcada, est très bien développée, sans que la roche éruptive apparaisse au jour. Néanmoins, d'après les renseignements fournis par M. l'abbé Almera, les granulites et granites affleurent non loin de cette dernière localité. La série métamorphique des environs de Barcelone ne provient donc pas d'un phénomène de métamorphisme général, mais résulte d'actions de contact.

Les termes de cette série n'offrent rien de particulier au point de vue pétrographique. Les types les plus fréquents sont les mêmes que ceux que j'ai reconnus dans le midi de la France et qui d'ailleurs se retrouvent partout où le métamorphisme s'est manifesté.

Dans la partie axiale de l'anticlinal de Vallcarca affleurent des calcaires que traversent des filons de granulite. Parfois il y a comme un mélange de la roche éruptive, qui doit être l'agent essentiel du métamorphisme, et du calcaire. Dans ce cas au milieu des plages de calcaire se reconnaissent des fibres d'amphibole en formation. Les éléments de la granulite sont d'ailleurs très altérés : le mica noir, très riche en inclusions, est transformé en partie en chlorite ; les plages de feldspath renferment beaucoup de damourite.

Quant aux calcaires en place ils présentent des traces de métamorphisme très intense ; ils appartiennent au type des calcaires à minéraux dans lesquels ces derniers forment de minces lits de

couleur verte plus ou moins foncée. Ces lits sont tantôt riches en pyroxène, dont les cristaux sont à l'état de squelettes; tantôt riches en amphibole avec épidote et zoïsite. La calcite est très abondante et forme encore au milieu de ces silicates des plages irrégulières.

Les schistes offrent tous les types de métamorphisme depuis les *Knotenschiefer* jusqu'aux schistes feldspathisés à grenat. Parmi les plus fréquents, j'ai reconnu le type des schistes micacés de Saint-Léon, celui des schistes amphiboliques, enfin celui des schistes à staurotide.

L'âge de cette série est difficile à établir avec précision. Dans la région de Vallcarca, de San-Gervasi et du Tibidabo, elle occupe l'axe d'un anticlinal constitué par des assises schisteuses, toutes en concordance de stratification. A la partie supérieure de cette série, M. Almera a reconnu les schistes à *Orthis Actoniæ*. Tout ce qui est situé au-dessous de ce niveau correspond donc à l'Ordovicien inférieur et probablement au Cambrien. En effet, si l'on se reporte au massif ancien de la Montagne Noire, qui est parfaitement comparable au massif ancien de la région de Barcelone, il n'y a de calcaire au-dessous du niveau à *Orthis Actoniæ* que dans le Cambrien inférieur. Je serais donc porté à voir dans le calcaire à minéraux de Vallcarca l'équivalent du Georgien ; par suite, les schistes métamorphiques qui lui sont supérieurs représenteraient toute la série schisteuse du Cambrien moyen et supérieur et de l'Ordovicien inférieur.

Nous n'avons vu affleurer le calcaire qu'en une seule localité, à l'ouest de Vallcarca. Mais les schistes sont encore très développés en dehors de cet anticlinal de Vallcarca dont je viens de parler. Ils forment une large bande dans les environs de Montcada. Là, il est impossible d'avoir une notion minima de leur âge, car ils ne sont plus limités inférieurement par les calcaires georgiens, mais ils ont encore comme limite supérieure les schistes fossilifères de l'Ordovicien.

Toute cette série est traversée en outre par des filons de roches éruptives : tantôt elles sont acides comme les granites et les granulites; tantôt elles sont basiques comme les diabases et les porphyrites. Enfin les microgranulites sont très abondantes en certains points. L'étude de ces roches qui nous aurait demandé beaucoup de temps a dû être négligée par nous; d'ailleurs elles ont fait l'objet, de la part de M. Adam de Yarza, d'un important travail qui paraîtra dans les mémoires de l'Académie des Sciences et Arts de Barcelone.

Cependant, parmi les granulites que nous avons eu occasion de

rencontrer, il en est une qui était particulièrement intéressante : elle pointe dans les environs de Papiol, au milieu des schistes paléozoïques ; elle est entourée par des conglomérats d'âge aquitanien dans lesquels nous n'avons pu trouver aucun galet de granulite ; mais il faut ajouter que pressés par l'heure du train nous n'avons consacré à cette recherche qu'un temps relativement court. En tous cas, si de semblables galets existent, ils doivent être rares.

Dans cette granulite les plages de feldspath et de quartz sont très sensiblement de mêmes dimensions ; de plus le mica est rare. C'est de la muscovite en fibres très fines. D'ailleurs certains cristaux de feldspath sont très riches en damourite. La structure pegmatoïde semble faire défaut.

Ces faits sont insuffisants pour en tirer quelque conclusion relativement à l'âge de cette roche éruptive et il nous est impossible de dire si elle est tertiaire ainsi qu'on le pense généralement.

III

Les études stratigraphiques en ce qui concerne les terrains paléozoïques sont très difficiles dans les environs de Barcelone par suite de l'allure compliquée des couches. Il est exceptionnel que celles-ci forment une longue série continue ; de plus les fossiles y sont rares. Ce n'est que grâce aux patientes recherches de M. Almera que l'on connaît quelques niveaux fossilifères qui sont autant de points de repère dans les coupes et qui permettent d'interpréter ces dernières.

Le niveau le plus ancien qui ait été reconnu, grâce à ses fossiles, serait l'équivalent de l'horizon que M. Brögger désigne comme celui des *Euloma* et des *Niobe*. Pour M. Barrois, qui a déterminé les fossiles recueillis par M. Almera, ces derniers appartiendraient à l'étage de Trémadoc. Ce même niveau existe également dans la Montagne Noire où il est riche en exemplaires du genre *Euloma (Euloma Filacovi)* et du genre *Niobe (Niobe Linieresi)*, genres caractéristiques de cet étage. On y rencontre encore bien d'autres formes. Mais il n'y en a aucune qui soit commune à la Montagne Noire et à la région de Barcelone, ce qui est très curieux, tous les autres niveaux fossilifères offrant une identité de faune presque absolue.

Dans le Languedoc viendraient ensuite les grès à Lingules et à *Cruziana*, représentés sans doute en Catalogne par les grès dits à Bilobites et à Tigillites. Puis ce serait les schistes à grands *Asaphus*

dont il n'a encore été signalé aucune trace dans les environs de Barcelone.

L'horizon à *Orthis Actoniæ* ainsi que les assises à *Echinosphærites* se retrouvent avec le même faciès dans les deux régions. M. Almera nous a fait voir à plusieurs reprises ce même niveau et c'est certainement un des mieux connus. Sa faune est assez abondante et on a pu y recueillir *Orthis calligramma*, *Orthis vespertilio*.

Dessus repose le Gothlandien qui est également très bien défini. Il est constitué par des schistes à graptolites, de couleur noire ou bleu foncé ; mais fréquemment, sous l'action de l'air, le sulfure de fer qu'ils renferment s'est oxydé et les schistes attaqués par l'acide sont devenus blancs. Quelle que soit leur couleur ces schistes se reconnaissent facilement à l'abondance des graptolites. M. Almera y a recueilli plusieurs espèces caractéristiques telles que *Monograptus priodon, Monograptus Rœmeri*. Leurs affleurements sont relativement fréquents et ils accompagnent généralement le niveau à *Orthis Actoniæ*.

A ces schistes font suite des calcaires dont une partie appartient sûrement au Gothlandien puisqu'on y a trouvé *Cardiola interrupta*. Ce niveau calcaire qui correspond probablement à la subdivision E_2 établie par Barrande, est très riche en fossiles dans le Languedoc, où apparaissent plusieurs espèces de Bohême ; mais dans les environs de Barcelone, il ne semble pas jusqu'à présent qu'il en soit ainsi.

IV

Faisant suite à ces calcaires gothlandiens, il y en a d'autres schisteux et parfois dolomitiques identiques à ceux qui, dans le Languedoc, occupent la place du Dévonien inférieur. La ligne de démarcation entre le Silurien supérieur et le Dévonien est impossible à tracer ; mais dans les calcaires schisteux et dolomitiques M. Almera a recueilli à Amigonat près Papiol et près de Bruguès des fossiles du Dévonien inférieur tels que *Harpes venulosus*, *Phacops* sp. Il existe d'ailleurs un grand nombre de points autres que ceux que je viens de citer où affleurent ces calcaires du Dévonien inférieur : nous les avons vus à Montcada, à Vallcarca, etc.

En concordance de stratification sur cette série inférieure en repose une autre formée de calcaires gris, blanc, noir, qui rappellent respectivement les calcaires givétiens et frasniens de la Montagne Noire. Mais pour plusieurs de ces horizons il y a encore d'autres caractères que la couleur : certains d'entre eux présentent des vacuoles dans

lesquelles se recontrent des concrétions ferrugineuses ; c'est absolument le faciès des calcaires à *Parodoceras curvispina* de Cabrières, où dans de semblables vacuoles on trouve tantôt des concrétions, tantôt des goniatites ferrugineuses. D'autres enfin offrent la structure spéciale aux calcaires griottes : ils sont noduleux de couleurs très différentes, souvent grise et rouge. Dans le Languedoc c'est dans ces derniers calcaires qu'abondent les Clyménies associées à de grands Orthocères. C'est le *Clymenienkalk* typique. Je suis très persuadé qu'il en est ainsi en Catalogne et que l'on y retrouvera les mêmes faunes que dans le Languedoc. A l'appui de cette opinion est venu ce fait que nous avons recueilli près de Vallcarca, dans les calcaires noduleux, des débris des grands Orthocères, malheureusement indéterminables, mais comparables à ceux des calcaires à Clyménies. Les fossiles seuls pourront établir avec certitude le parallélisme que j'admets; mais l'identité presque complète entre les faunes et les faciès de la Montagne Noire et des environs de Barcelone, le rend bien probable.

Il est également probable qu'il existe en Catalogne comme dans le Languedoc une série de termes encore dévoniens entre les calcaires à Clyménies et les lydiennes de la base du Carbonifère; c'est l'équivalent des couches à Cypridines du Hartz ; mais nous n'y avons rencontré aucun fossile.

V

Le Carbonifère débute par des lydiennes noires : dans le Hartz comme dans le Languedoc, dans les Corbières et dans les Pyrénées elles occupent la même position (1). C'est certainement un niveau des plus importants de la série primaire à cause de la constance de ses caractères et de sa très grande extension.

Dans les environs de Barcelone, partout où les couches offrent une superposition normale, les lydiennes noires se rencontrent sous les schistes dans lesquels M. Almera a constaté la présence de la flore du Carbonifère inférieur. Jusqu'à ces derniers temps aucune forme marine n'avait été recueillie dans ces schistes, tandis que dans la Montagne Noire les *Productus*, les *Spirifer* et les polypiers y sont nombreux ; d'après une lettre en date du 17 février que m'a écrite M. Almera, notre savant confrère y aurait trouvé à Vallcarca un *Phillipsia* et des débris d'encrines. Il y aurait donc une nouvelle

(1) J. Bergeron. Note sur la base du Carbonifère dans la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVII, p. 36, 1899.

ressemblance entre le Languedoc et la Catalogne. Mais cette ressemblance s'accuse jusque dans certains accidents lithologiques : tels sont les bancs de grès et de poudingue dont les éléments roulés ont été empruntés en partie aux lydiennes noires sous-jacentes. Ces poudingues en bandes isolées au milieu des schistes précédemment cités sont identiques à ceux que les géologues de l'Hérault désignent sous le nom de « poudingues à dragées ».

Dans la région de Barcelone il n'y a pas de dépôt paléozoïque plus récent que ces schistes du Carbonifère inférieur ou Tournaisien. Peut-être le Viséen s'est-il déposé sur le Tournaisien et a-t-il disparu par érosion ; en tout cas il n'en reste plus aucun vestige dans les plis qui ont protégé le Carbonifère inférieur contre la destruction des eaux.

VI

La série paléozoïque a été affectée de plissements accompagnés de chevauchements par suite desquels les contacts anormaux y sont fréquents.

Les reliefs de la bande primaire sont dus à des plis juxtaposés mais dont l'allure est très variable selon les points considérés. Tous d'ailleurs sont orientés dans les environs de Barcelone suivant une direction qui est sensiblement N. 60° E., comme le massif lui-même.

Il ne nous a pas été possible, vu le peu de temps dont nous disposions et l'incertitude où nous étions de l'âge précis des niveaux, de faire de la tectonique. J'exposerai seulement quelques faits qui prouveront combien le massif paléozoïque a été disloqué postérieurement à l'époque carboniférienne.

D'après ce que nous avons vu à Montcada, la colline serait formée par un anticlinal couché sur un synclinal. Les schistes à *Monograptus* du versant E. correspondraient à l'axe de l'anticlinal renversé sur le synclinal formé par le Dévonien; mais en plus, il y aurait eu chevauchement des différents éléments constituant ces plis ; c'est ainsi que près du sommet les schistes à *Leptœna corrugata* viennent en contact avec les calcaires à *Parodoceras curvispina* et les calcaires griottes sur lesquels ils forment placage. Enfin les érosions ont fait disparaître les flexures des plis, ce qui complique encore l'interprétation des accidents. D'une manière générale dans la colline de Montcada les couches plongent vers le S.-E.

Au N. de Vallcarca existe un synclinal intéressant les séries silurienne, dévonienne et carbonifère, mais du côté de Gracia et de Vallcarca les couches plongent vers le N.-O. par suite d'un renver-

sement. Suivant cette même direction les assises se redressent peu à peu et finalement apparaît très bien dessiné l'anticlinal dans l'axe duquel affleure le calcaire métamorphique que j'attribue au Cambrien inférieur et dont j'ai parlé plus haut.

De plus, les plis, au lieu de rester rectilignes, deviennent parfois sinueux. Parfois ils sont coupés par des failles transversales orientées suivant une direction N. 60° O.

Vers l'extrémité méridionale de la bande paléozoïque les plis encore nombreux changent de direction : c'est celle de N. 60° O. qui prédomine, c'est d'ailleurs celle que suit la vallée du Llobregat qui semble avoir profité d'un pareil accident. M. Almera, dans les environs de Papiol, nous a montré entre Puig et Amigonet un synclinal orienté N.O.-S.E., et couché sur son flanc E. dans lequel la série paléozoïque telle que je l'ai décrite plus haut est complète depuis les schistes à *Euloma Niobe* jusqu'au Carbonifère inférieur inclusivement.

Dans les environs de l'ermitage de Bruguès nous avons reconnu, sur la route montant de Gava, un très grand nombre de dislocations dont les directions sont peu nettes, mais dont les principales semblent être orientées N. 60° O.

C'est cette même région de Bruguès qui permet d'établir l'âge de ces ridements. Toute la série paléozoïque est tellement plissée et disloquée, avec tant de contacts anormaux dus à des phénomènes mécaniques, qu'il est impossible de reconnaître si les discordances que l'on y observe sont dues à des mouvements qui se seraient produits pendant l'ère primaire. Mais par contre, les premières assises du Trias, contituées par des conglomérats, se sont déposées indifféremment sur le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère. Nous pouvons donc en conclure que c'est antérieurement au Trias qu'ont eu lieu toutes les dislocations qui ont intéressé les sédiments paléozoïques. La chaîne bordière de la Catalogne fait donc partie des ridements hercyniens. Le fait était d'ailleurs bien probable, étant données les directions des plis qui sont celles affectées le plus souvent par les mouvements de la fin du primaire.

VII

La comparaison entre la Montagne Noire et la région paléozoïque de Barcelone s'impose forcément : ce sont les mêmes horizons fossilifères, ce sont les mêmes facies, les mêmes caractères lithologiques.

Je l'ai fait suffisamment ressortir dans ce qui précède pour n'avoir plus besoin d'y revenir.

Mais la similitude existe encore dans l'allure des couches : les plissements sont orientés sensiblement de même ; la partie principale a une direction N. 60° E., mais dans sa partie méridionale la direction change : elle devient N. 60° O., et en même temps les terrains paléozoïques disparaissent sous des assises plus récentes. Dans les deux massifs la poussée principale qui a engendré les plis N. 60° E. venait du S.-E. de la région occupée actuellement par la mer, et qui semble avoir toujours été une région d'effondrement ainsi qu'il résulte des cassures visibles actuellement et de la distribution des sédiments qui recouvrent le Paléozoïque.

Un autre trait de ressemblance consiste dans l'effondrement qui s'est produit à l'intérieur des massifs paléozoïques dès le début du Tertiaire dans la Montagne Noire (Bassins tertiaires de Castres et de Bédarieux) et postérieurement à l'Oligocène dans la région de Barcelone. Dans le premier cas il y a eu formation de sédiments lagunaires ou laguno-lacustres ; dans le second la mer est entrée librement à l'intérieur du massif paléozoïque. C'est le même accident, mais il s'est produit à des époques différentes dans les deux régions, l'effondrement ayant eu lieu dans la région septentrionale avant celui de la région méridionale.

D'autres traits de ressemblance entre les deux régions s'accusent par la similitude entre les dépôts secondaires et tertiaires : je n'y insisterai pas, M. Depéret devant les mettre en relief.

En résumé il n'est pas douteux que la Montagne Noire et la région de Barcelone n'aient eu une même histoire géologique durant une grande partie de leur période de formation.

RELATION ENTRE LA GÉOLOGIE ET L'HYDROGRAPHIE EN CATALOGNE

par M. G.-F. DOLLFUS.

Il y a une contradiction si évidente entre le système hydrographique actuel de la Catalogne et la tectonique géologique de la même région que je ne puis m'empêcher de poser le problème devant la Société Géologique, en indiquant l'hypothèse qu'il est permis de faire pour concilier les faits d'observation si opposés qu'on y rencontre. Remarquons tout d'abord qu'il résulte, tant de l'examen que nous avons pu faire du pays pendant la durée des excursions de la Société, que de l'étude des cartes et documents publiés, que le littoral de la Catalogne offre un massif montagneux constitué par des roches anciennes disposé en forme de chaîne ou de dôme très allongé, orienté du N.-E. au S.-O. et suivant sensiblement le rivage actuel. Le Mont Tibidabo au-dessus de Barcelone qui atteint la hauteur de 532 mètres en est un des sommets les plus importants, et le Mont-Seny (1,700^{m}), au nord, offre la plus grande altitude (*voir la carte* p. 880).

Une grande faille visible sur plus de 50 kilomètres de longueur, jalonnée par divers lambeaux de terrains primaires inclinés vers la mer, montre que l'axe anticlinal de cette chaîne a été rompu longitudinalement vers sa zone centrale et que la moitié orientale du massif s'est effondrée dans la mer.

Je ne pense pas qu'il puisse y avoir désaccord sur ce point. Au sud de Barcelone, sur la rive droite du Rio Llobregat, on peut constater des couches secondaires d'une épaisseur colossale venant former une voûte de recouvrement sur l'axe cristallin et primaire qui s'enfonce vers le sud. Les mêmes faits s'observent au nord vers Gérona (Monjuich de Gerona) (1).

Il semble cependant utile de mettre en bonne lumière l'existence et l'individualité de cette chaîne Catalane, car M. Dereims, dans un travail récent (2), où il a dressé la Carte des directions tectoni-

(1) L.-M. Vidal. *Géologie de Port-Bou, à Barcelone.* Toulouse, 1893, page 6.

(2) *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon.* Thèse pour le doctorat. Paris, 1898, page 6.

ques de l'Espagne, n'en a pas fait mention et que d'autre part on peut être conduit à confondre cet élément spécial avec quelque rameau pyrénéen avec lequel il n'est en accord ni comme direction, ni comme structure.

Vézian, en 1864, a créé deux systèmes de montagnes pour cette chaîne : Le système du Mont-Seny, orienté N. 34° E., qui se serait produit entre le Trias et le Lias, et le système du Mont-Serrat, orienté N. 40° O. qui serait apparu entre le Pliocène inférieur et le Pliocène supérieur. Ces deux systèmes sont malheureux, les axes n'ont point la rigidité mathématique qu'on leur attribuait ; le système du Mont-Serrat ne peut être séparé du Mont-Seny, et l'âge en est très différent de celui indiqué par Vézian (1).

La chaîne catalane paraît avoir d'ailleurs été le siège de phénomènes répétés de surrection, d'effondrements et d'abrasion, phénomènes qui se sont reproduits à peu près à la même place, à des époques très différentes. Des couches considérables de poudingues redressées et des discordances angulaires apportent la preuve certaine de ces mouvements qui sont observables dès l'époque primaire. Nous n'insisterons pas sur la discordance des couches siluriennes sur les schistes cristallins ou maclifères que nous n'avons pas étudiée, mais nous voyons le Trias débuter par un amas de grosses brèches et de poudingues ravinant tantôt la tranche des couches siluriennes, tantôt le dévonien replié et nous avons la preuve qu'il a fait disparaître sur une vaste surface les inégalités antérieures. Il s'est déposé sur toute l'étendue du pays en une masse tranquille et épaisse. Il reste des traces importantes de cette période.

A la fin du Trias, la contrée s'est élevée au-dessus des eaux, car le Jurassique marin fait défaut. Nous ne savons presque rien de cette période continentale et de son régime ; nous savons seulement que vers la fin du Jurassique la mer du Crétacé inférieur s'est étendue et a déposé sur l'emplacement de la chaîne catalane des sédiments puissants d'un millier de mètres environ (2).

(1) Prodrome de Géologie, II, pages 480 et 505.

(2) Notre savant confrère M. Almera estime comme suit l'épaisseur des couches secondaires autour de Bégas :

Aptien	Pélagique	40	mètres
	Littoral	500	»
Barrémien		40	»
Hauterivien		200	»
Wealdien		30	»
Dolomie ?		120	»
	TOTAL	930	mètres

A la fin de l'Aptien un soulèvement général s'est manifesté sur le même emplacement que les soulèvements antérieurs et les périodes du Crétacé moyen et supérieur y sont certainement continentales; c'est seulement à la fin du Crétacé, à l'époque garumnienne, que les mers se sont rapprochées de la chaîne et que nous découvrons de nouveaux poudingues littoraux.

Mais le puissant massif crétacé inférieur, lentement soulevé, a persisté pendant tout l'Eocène et nous observons que les débris de la chaîne catalane se sont déversés dans une mer située au N.-O. Les poudingues colossaux de Montserrat sont inclinés au N.-O., ils alternent dans cette direction avec des couches marines fossilifères en biseau, plus puissantes dans la direction de l'ouest et qui renferment successivement les faunes de l'Eocène inférieur, de l'Eocène moyen, de l'Eocène supérieur (1).

Le système hydrographique de cette époque était concordant avec la pente naturelle des couches. Je comparerai volontiers le vaste poudingue de Montserrat au delta du Var, à un delta d'un fleuve considérable débouchant d'une vallée alpestre immédiatement dans la mer, apportant des amas graveleux énormes, alternant dans les fonds avec des sables ou des marnes marines. Je le comparerai au poudingue du Righi qui forme aujourd'hui une montagne presque isolée en avant de la chaîne alpestre, formée de poudingues et de couches variées de molasse miocène. Ce poudingue est encore analogue à celui dit de Palassou dans les Pyrénées, et présente parfois des blocs énormes de dix mètres et plus de côté, à peine émoussés, d'autres lits sont remplis de galets bien roulés, la majeure partie de ces débris est formée par le Calcaire urgo-aptien bien reconnaissable ; on y trouve aussi, surtout vers la base, des grès et calcaires du Trias, des galets de quartz primaire, des débris de roches cristallines, enfin il est important de noter que le poudingue de Montserrat n'est point une formation pure-

(1) Les étages que Vézian a établis en 1854 (*B. S. G. F.*) pour le Nummulitique de la province de Barcelone présentent avec le bassin de Paris les équivalents probables suivants :

Rubien	Sannoisien	=	Marnes à gypse et à Fucoïdes.
Manresien	Bartonien	=	Couches à *Eupatagus ornatus*.
Igualadien	Lutétien supérieur	=	Marnes bleues à Operculines.
Castellien	Lutétien inférieur	=	Grès à *Cerith. giganteum* et *Orbitolites complanata*.
	Yprésien	=	Couches à *Velates Schmideli*.
Montserrien	Garumnien ? Thanétien ?	=	Couches rouges à *Bulimus Gerundensis*.

ment locale, que ces poudingues se poursuivent en une large bande au N.-E. par San-Llorens, au S.-O. vers Igualada, formant des montagnes qui, moins hautes que le Montserrat, n'en sont pas moins importantes. Lorsqu'on s'éloigne vers le N.-O. les bancs de poudingues diminuent, tandis que les lits nummulitiques marins prennent de la puissance ; à Manresa ils constituent presque toute la masse et, à mesure qu'on gagne plus loin la haute plaine continentale, à l'ouest, on rencontre des sédiments plus fins, marneux, des couches plus récentes aussi, appartenant à l'Oligocène, des dépôts gypseux, d'autres salifères (Cardona), des dépôts marins desséchés, puis des dépôts lacustres qui font partie du bassin de l'Ebre dont l'étude d'ensemble reste à faire, dépôts qui ont été plissés par quelque contraction générale postérieure et dont l'oriententation est sub-parallèle à la chaîne catalane.

C'est dans ce grand synclinal oligocène orienté de Lérida à Olot, situé à l'ouest, que s'écoulaient normalement les eaux de la chaîne catalane, pendant l'Eocène et l'Oligocène. Or, aujourd'hui le système hydrographique est tout à fait en contre-pente du plonge ment des couches, dans la direction de l'Est.

Comment expliquer une semblable transformation ?

Une carte schématique, sur laquelle nous avons indiqué l'hydrographie actuelle et la disposition géologique par zones des terrains depuis l'axe cristallin bordant la mer, jusqu'à la plaine continentale oligocène, mettra en lumière cette situation contradictoire. Une coupe, un peu théorique, transversale, allant de la mer à la plaine continentale, montrera successivement à l'est les restes primaires de la région centrale ancienne, la dépression subséquente ou vallée interne, les montagnes de la seconde zone et le plongement, à l'ouest, des couches (1). Cette coupe a été dressée en ajoutant l'une à l'autre une série de croquis que nous avons dessinés sur place. Nous avons essayé de rétablir en pointillé l'importance forcée ancienne de la chaîne centrale qui avait à fournir par chute naturelle tous les matériaux de la zone des poudingnes du Montserrat, haute chaîne nécessairement située sur l'emplacement même de la partie basse que nous désignons sous le nom de vallée interne et dont nous attribuons la disparition, comme on le verra plus loin, au vaste effondrement d'une zone longitudinale. Hypo-

(1) MM. Maureta et Thos y Codina ont insisté sur ces zones naturelles dans leur Description géologique de la province de Barcelone, p. 69. Madrid, 1881.

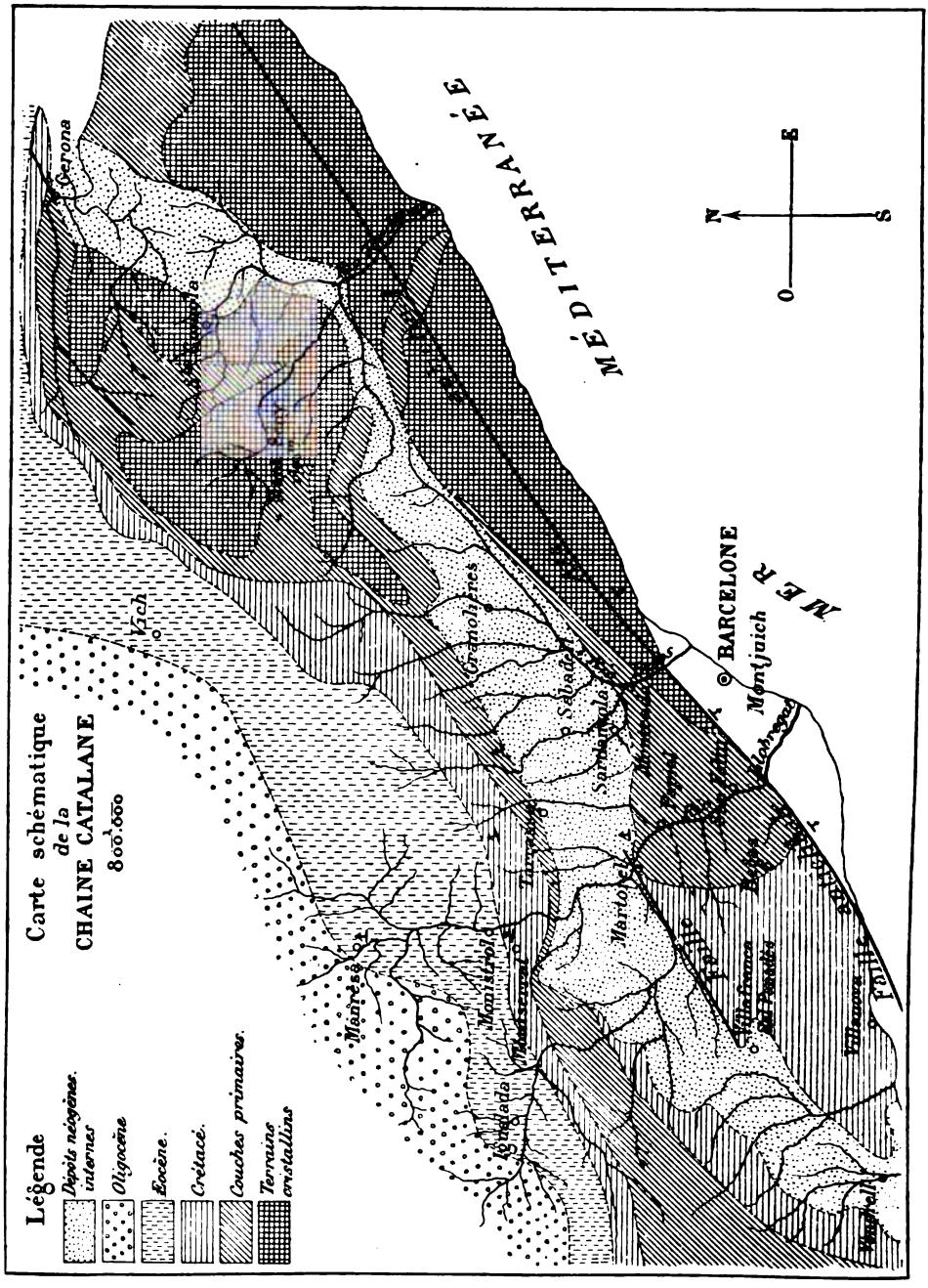

Carte schématique
de la
CHAINE CATALANE
1/800.000
Légende
Dépôts néogènes internes
Oligocène
Eocène.
Crétacé.
Couches primaires.
Terrains cristallins
MÉDITERRANÉE
MER
BARCELONE
Montjuich
Gerona
Vich
Granolières
Sabadell
Sardanola
Tarrasa
Martorell
Manresa
Monistrol
Igualada
Villafranca
Villanova
Vinarell
N
S
E
O

Fig. 1.

thèse seule compatible avec le changement hydrographique que nous constatons.

M. Jaime Almera pense, et cette idée est fort plausible, que le massif catalan continental, à l'époque nummulitique, s'étendait à l'est jusqu'aux îles Baléares, où se retrouve le Nummulitique marin (1).

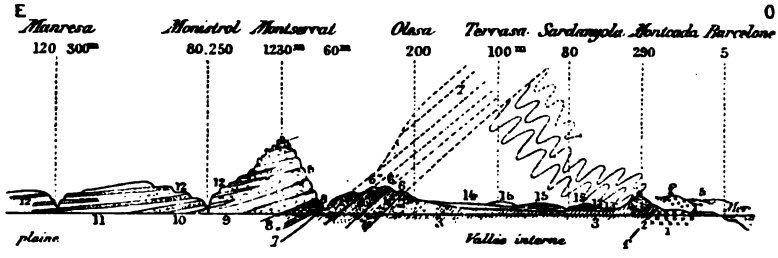


Fig. 2. — Coupe de Manresa à Barcelone.
Echelle des longueurs 1/500.000 ; des hauteurs 1/25.000.

1, Granite et roches cristallines ; 2, Schistes maclifères ; 3, Silurien ; 4, Dévonien ; 5, Carbonifère ; 6, Trias ; 7, Crétacé (n'affleurant pas) ; 8, Garumnien ; 9, Poudingues de Montserrat ; 10, Intercalations marines (Eocène moyen) ; 11, Intercalations marines (Eocène supérieur) ; 12, Oligocène inférieur ? ; 13, Miocène ; 14, Pliocène ; 15, Pléistocène.

Actuellement, en Catalogne, les cours d'eau prennent leur source dans des collines oligocènes de la plaine continentale intérieure, ils franchissent, à contre-pente, presque parallèles, les zones concentriques du Nummulitique, du Crétacé, du Trias, puis ils se rendent dans une sorte de vallée ou dépression interne parallèle à la côte qu'ils suivent un instant et où ils se groupent. Enfin, ils franchissent l'axe côtier primaire par trois brèches, par trois cluses seulement : le Rio Tordera au nord ; le Rio Besos, le Rio Llobregat au sud.

Le régime conséquent ancien est absolument contradictoire avec le régime sécant actuel. Depuis quand et comment s'est installé le régime actuel ? Il semble possible de répondre en partie à ces questions.

Le régime s'est modifié *après* l'Aquitanien, car les dépôts de l'Oligocène supérieur continental situés sur le Crétacé entre Gélida et San Sadurni (Subérats) sont antérieurs aux grandes failles comme ayant été affectés par elles ; nous savons, d'autre part, que

(1) *De Montjuich al Papiol al travès de las epocas geologicas.* Barcelone, 1880, page 32.

le changement était déjà effectué à l'époque burdigalienne, puisque la mer de la molasse marine à *Pecten præscabriusculus* s'est précipitée dans les régions effondrées et a occupé le sillon de Vilafranca del Panadès et divers autres fonds; or, comme les étages Aquitanien et Burdigalien se suivent immédiatement dans le temps, on peut fixer les grands accidents qui ont rompu la chaîne catalane à la limite de l'Oligocène et du Miocène. Dès lors nous pouvons faire coïncider le moment du changement de direction des eaux avec l'effondrement du terrain et nous arrivons à comprendre comment l'inversion dans la direction nouvelle a pu s'effectuer.

C'est pendant le début du Burdigalien que les trois débouchés à la mer des trois fleuves de la chaîne se sont ouverts. On peut se demander si ces débouchés se sont formés par fracture ou par érosion rétrograde de torrents descendant directement à la mer. Quoi qu'il en soit de ces deux solutions, les eaux marines se sont introduites à la faveur d'un léger affaissement comme dans des fiords par les débouchés ainsi formés et ont été déposer des sédiments variés, fossilifères, dans la vallée interne.

L'histoire de cette vallée interne serait longue à développer et nous ne l'avons pas assez vue pour entrer dans de longs détails à son sujet. Vers Gerona elle est large et les amas de cailloux roulés et de limons témoignent de l'intensité des phénomènes qui lui ont donné naissance. La carte géologique de l'Espagne au 400.000e montre à tort un seuil granitique apparent entre le Rio de Gerona et le bassin du Tordera, on trouve en ce point un sol couvert de limons, le marécage de Sils qui marque l'incertitude des eaux, de hautes terrasses, des alluvions très diverses qui existent encore vers Hostalrich et il sera possible certainement d'y tracer quelque jour des divisions comme celles introduites aux environs de Barcelone. La plaine montueuse entre Terrasa et Olesa est couverte de limons et de graviers de divers âges que les belles trouvailles de MM. Almera et Bofill ont permis de répartir dans le Miocène, le Pliocène et le Pléistocène.

Peut-être à l'origine, avant l'ouverture des cluses qui franchissent l'enceinte primaire, les cours d'eau de la vallée interne n'avaient que deux issues, l'une au N. par Gerona, l'autre au S. vers Vendrell. Un examen ultérieur des cailloux de ces rivières et de leur origine possible nous édifiera sur ces détails et sur le régime complet fluviatile Miocène et Pliocène.

Il s'en faut que je veuille dire que l'effondrement de la région orientale du massif catalan et celui de la zone périphérique de la vallée

interne aient été les derniers mouvements du terrain de la Catalogne; car nous en connaissons encore d'autres, plus récents, mais qui ne paraissent pas avoir eu d'influence marquante sur l'hydrographie générale. A Barcelone même, à Montjuich, le Miocène, Helvétien et Tortonien, a été soulevé à 180 mètres d'altitude et plonge vers l'O. en opposition avec la direction de la mer, vers l'axe primaire, il plonge vers la faille de Vallcarca qui a favorisé la conservation, sur le revers méditerranéen, de divers lambeaux de terrains primaires disloqués : Silurien, Dévonien, Carbonifère.

Cette constatation nous fait croire que la faille anticlinale s'est rouverte à diverses reprises, qu'elle a rejoué après le Tortonien accompagnée par un mouvement général de soulèvement qui a amené un Miocène supérieur continental, un Pontien-Messinien qui coïncide avec une période de retrait général de la mer dans la plus grande partie de l'Europe. Cette nouvelle fracture qui doit exister entre Montjuich et la mer a été suivie d'un nouvel abaissement du sol, qui est arrivé au début du Plaisancien et la mer du Pliocène a repris possession des parties basses du Miocène, dont les couches sont séparées par une forte discordance.

Nous voulons seulement tirer de ces détails, la conclusion, que ce n'est pas une faille ou fracture unique qui a déterminé la destruction de la chaîne catalane, mais que ce résultat a été obtenu par l'effet d'une série de failles sub-parallèles axillaires, d'autres failles sub-concentriques ayant déterminé une autre série d'effondrements internes et qu'enfin la dénudation s'est fait sentir avec une intensité considérable en ravinant d'abord de l'est à l'ouest puis en agissant de l'ouest à l'est sur les ruines laissées debout par ces réductions successives.

Peu d'exemples aussi nets peuvent être cités, je crois, de tout un système de cours d'eau ayant coulé au même endroit dans deux directions opposées, et à une date aussi manifeste.

COMPTE-RENDU
DES EXCURSIONS DANS LA PROVINCE DE LÉRIDA
DU 11 AU 15 OCTOBRE

par M. **L.-M. VIDAL.**

11 Octobre. — De Barcelone à Camarasa

Le 11 octobre nous partons par le train de 10 heures du matin pour Tárrega, avec MM. Almera, Stuart-Menteath et Bofill.

La section de Barcelone à Manresa étant déjà visitée par la Société dans les courses antérieures, nous passerons en revue les formations seulement à partir de Manresa.

Les marnes nummulitiques développées aux environs de cette ville, cessent bientôt, et des macignos et des marnes rougeâtres mélangés avec des conglomérats, vont se succédant en bancs presqu'horizontaux avec un léger plongement vers le N.-O.

C'est la puissante série que nous avons traversée du sud au nord dans la course de Cardona, et que nous parcourons à présent de l'est à l'ouest.

La faible résistance des marnes à l'érosion produit l'éboulement des gros bancs à macignos et à conglomérats, et les flancs des coteaux se couvrent de blocs considérables parmi et même sur lesquels, on a osé bâtir quelques métairies.

La voie monte toujours ; nous passons Rajadell, puis Seguès, et ici déjà quelques faibles veines de gypse se dessinent en blanc sur la couleur rouge des marnes : elles sont, peut-être, les indices du gisement de gypse qui affleure non loin d'ici, au nord, entre Calaf et Pinós, sous la formation des lignites de Calaf.

Quelques bancs calcaires se présentent : les marnes prennent des tons blanchâtres et bleuâtres et l'aspect bariolé des formations lacustres : nous sommes à Calaf, centre d'une production de charbon tertiaire qui autrefois fut assez importante. Ces marnes, ces calcaires et ces lignites sont le gisement à *Melania albigensis*, cité pour la première fois, par M. Carez, dans ses « Études des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne ». Elle y est accompagnée de petites *Melanies*, *Planorbes* et de *Chara* ; c'est ici que j'ai trouvé

les maxillaires écrasés d'un Anoplothéridé que M. P. Gervais détermina avec doute comme *Xiphodon*, mais que récemment M. Depéret, après une habile préparation, a reconnu appartenir au genre *Diplobune*, ce qui concorde avec l'*Ancodus* que lui-même avait déterminé antérieurement, pour placer toutes ces assises dans l'Oligocène inférieur.

Une épaisseur de plus de 500 mètres nous sépare des marnes nummulitiques. Les assises présentent une remarquable régularité : les bancs calcaires, de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, qui sont de bons matériaux de construction, forment des assises puissantes alternant avec des marnes, et la série continue dans l'ordre ascendant jusqu'à *San Guim*, point culminant de la voie (736m4) où nous laissons le bassin hydrographique du Llobregat, et où commence celui de La Sègre.

Nous arrivons à Tarrega à 3 heures, et après avoir déjeuné, une *tartana* nous conduit à Camarasa en traversant la plaine d'Urgell, où les marnes et mollasses du Miocène lacustre de l'Ebre ont succédé aux calcaires et marnes de l'Oligocène.

A Camarasa, où il n'y a pas d'hôtel, la famille du propriétaire, M. Valls, nous fait un aimable accueil.

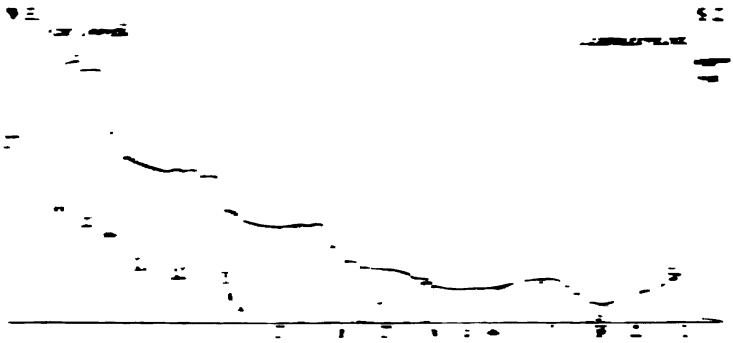
12 Octobre. — Environs de Camarasa

Le 12 octobre nous faisons l'ascension du Mont San-Jordi qui se dresse au N.-E. du village.

Camarasa est bâti sur une petite colline de la rive gauche de la Sègre. La formation oligocène reparaît ici en bancs inclinés, mais sous forme de poudingues polygéniques, où abonde le calcaire à *Alvéolines* du Nummulitique inférieur. Ces bancs redressés supportent des marnes rouges et des bancs de gypse, et conservent leur forte pente au fur et à mesure qu'ils vont se développant au sud. Ils reposent au nord, en discordance, sur d'autres bancs redressés et fortement plissés, qui forment l'escarpement du côté de la rivière et appartiennent à l'Eocène : ils consistent en calcaires jaunes à *Miliolites*, où l'on recueille l'*Alveolina elongata*.

En sortant de Camarasa, on voit une faille qui ramène les gypses triasiques. Ce sont les gypses bariolés, si fréquents dans les pointements d'ophite des Pyrénées. Mais cette roche, que nous aurons occasion de voir en d'autres points de cette vallée, ne se présente pas ici.

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

supérieur. Elles renferment un banc pétri d'*Ostrea Beaumonti* (1), *Rhynchonella cynocephala*, de rares Ammonites, mais il y a *A. opalinus*, *A. Aalensis*.

14. — Un banc épais de dolomies grisâtres recouvre ces marnes formant une saillie que l'on suit facilement, grâce à sa teinte foncée, le long des reliefs qui environnent la vallée de Camarasa.

L'assimilation de ces dolomies au Lias a été discutée par la Société, qui les a vues dans la province de Barcelone, aux côtes de Garraf, et elle a confirmé ce rapprochement que j'ai fait dans mes travaux antérieurs, en me basant sur la constance avec laquelle ces dolomies accompagnent le Lias, soit que le Crétacé inférieur y repose directement, soit qu'il manque et que le Crétacé supérieur recouvre le Lias.

Le cas actuel est un exemple de cette dernière superposition : nous verrons au Montsech l'autre cas, où le Crétacé inférieur recouvre directement le Lias.

Crétacé supérieur : Santonien. — 15. — Un banc de grès ferrugineux avec de gros Radiolites à lames ondulées nous montre que la série jurassique est finie, et que nous entrons dans le Crétacé. Je crois qu'il représente la base du Santonien.

16. — Marnes avec *Rhynchonella difformis*, *R. Lamarckiana*, *Sphærulites Toucasi*, *Trochus* sp., *Polypiers*.

Ces marnes sont l'horizon, si constant dans la Catalogne, du Sénonien inférieur, et nous les retrouverons, mais beaucoup plus riches en espèces, au Montsech.

Crétacé supérieur : Campanien. — 17. — Une puissante assise calcaire de 150 mètres environ d'épaisseur repose sur les marnes santoniennes et couronne les hauteurs qui dominent des deux côtés la vallée de Camarasa. On la voit s'étendre, non pas seulement de l'autre côté de la Sègre par les crêtes de la sierra de Montroig, qui forme avec le mont San-Jordi la gorge où la Noguera Pallaresa se joint à la Sègre, mais aussi par les âpres falaises qui dominent la Noguera Pallaresa à la Rentisclera-de-La-Massana (2). Les fossiles que je n'ai su trouver à San-Jordi, sont abondants à La Rentisclera, où il y a un banc d'*Hippurites Archiaci*. A la *sierra de Montroig* on trouve à ce niveau un banc renfermant de grosses Rhynchonelles voisines de *R. globata* Arnaud, mais beaucoup plus grandes.

La coupe que nous venons d'étudier est très intéressante. Elle nous montre la discordance du *Nummulitique* avec les conglomérats *oligocènes* et la faille qui met ces terrains tertiaires en contact avec le *Trias* ; le *Trias* constitué par ses deux termes supérieurs (le Grès bigarré n'existe pas dans cette contrée centrale de la province de Lérida), et supportant le Jurassique représenté par le *Lias moyen* et supérieur ; la *dolomie* discutée comme crétacée ou jurassique, montre son âge jurassique par sa constance à accompagner les sédiments de cet âge ; et enfin, la superposition des assises santoniennes aux dolomies par absence des dépôts du Crétacé inférieur, indique un mouvement du sol dont on ne peut se rendre compte qu'en ajoutant ici quelques renseignements sur les relations stratigraphiques dans d'autres contrées de la province

(1) Cette espèce et quelques autres qui étaient pour moi de détermination difficile, ont été étudiées par notre savant collègue M. Douvillé.

(2) Par erreur dû à la proximité des termes des villages *Alós* et *La Massana*, on l'avait nommé jusqu'ici *Rentisclera d'Alós*.

de Lérida ; en effet, à San Jordi le Crétacé inférieur manque, le supérieur repose sur le Lias.

Si nous allons à 20 kilomètres au nord, nous verrons au Montsech l'Urgo-Aptien reposer sur le Lias ; l'Albien et le Cénomanien y manquent, et le Coniacien repose sur l'Urgo-Aptien.

Et enfin, à la Sierra de Santa-Fé, 25 kilomètres plus au nord du Montsech, sous le Coniacien on trouve le Cénomanien, l'Albien et l'Urgo-Aptien. Le schéma suivant donnera une idée de la disposition relative des étages dans ces trois localités, qui s'explique par un mouvement de bascule du nord au sud, qui fut ascendant pendant les âges urgo-aptien, cénomanien et albien, et descendant pendant le Coniacien, le Santonien et le Campanien.

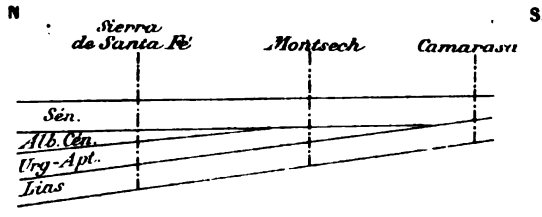


Fig. 2. — Schéma de la succession des terrains crétacés au centre de la province de Lérida.

Revenus à Camarasa, nous avons visité, l'après-midi, les pointements ophitiques de l'ouest de la vallée, mais d'abord, nous avons voulu examiner de l'autre côté de la Sègre le remarquable pli vertical que les couches éocènes y présentent. Il se trouve au pied du coteau de San Salvador. C'est une montagne conique isolée, qui se dresse devant Camarasa, au milieu de la vallée. Ses couches, très tourmentées et verticales, rappellent seulement sur une petite étendue les couches crétacées des hauts sommets qui l'environnent : presque toutes les assises de San Salvador sont éocènes, formation dont il ne reste aucun lambeau sur les crêtes des montagnes voisines : il constitue donc un lambeau détaché, tombé et pincé au centre de la vallée, ayant ainsi produit dans les couches éocènes un pli vertical dont le flanc nord a formé la montagne de San Salvador, et le flanc sud (coteau de Camarasa), a été coupé et traversé par la Sègre.

Les membres de la Société ont pris des échantillons du calcaire éocène au centre du pli, où le frottement des assises s'accuse par des stries horizontales fines et serrées qui sillonnent leur surface normalement à l'axe du pli.

La date de ce mouvement est évidemment de la fin de la période éocène, les dépôts tumultueux de l'Oligocène inférieur s'étant formés sur les calcaires déplacés ; mais le synclinal que la fig. 3

accuse dans les poudingues oligocènes, démontre que plus tard un nouveau mouvement se fit sentir, en les redressant en même temps que les calcaires éocènes sous-jacents.

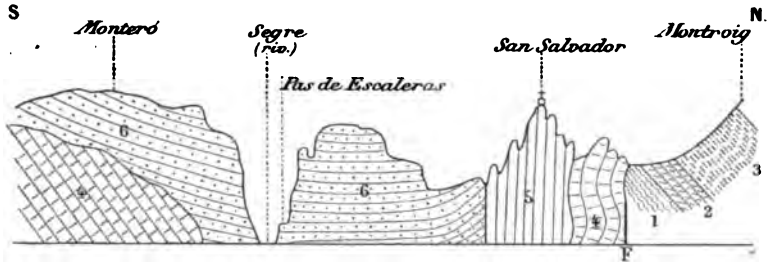


Fig. 3. — Coupe du mont San Salvador.
Longueur 3 kilomètres : hauteurs libres.

Trias. — 1. — Gypses bariolés.
2. — Calcaires du Muschelkalk.
3. — Gypses du Keuper.
Crétacé. — 4. — Calcaires du Campanien.
Tertiaire. — 5. — Calcaire à Miliolites et calcaire argileux sans fossiles de l'Eocène ; pli vertical.
6. — Poudingues oligocènes.

Nous avons continué notre route vers le « Barranch d'Ulls de Llorens ». C'est un ravin transversal qui descend de la montagne de Montroig, laissant à gauche le mont San Salvador. Nous l'avons remonté depuis son confluent avec la Sègre, et la coupe est représentée dans la figure ci-dessous (fig. 4, p. 890).

L'intérêt de cette coupe qui commence à un lambeau éocène enclavé entre le Muschelkalk et le Keuper, s'accroît par la présence d'un pointement d'ophite où abonde ce beau minéral bleu-céleste appelé par Lasaulx *aérinite*, et dont le gisement était un secret soigneusement gardé par les marchands de minéraux des Pyrénées, jusqu'en 1882, année où je l'ai découvert et publié (1)

Muschelkalk. — 1. — Calcaire en lits minces dont la surface est remplie de Fucoïdes et de divers Mollusques : *Chemnitzia, Myophoria, Natica gregarea, Crinoïdes.* C'est du Muschelkalk bien caractérisé et le point où il est le plus fossilifère de la province de Lérida.

Une faille met ce petit lambeau triasique en contact avec un lambeau éocène qui n'est que le prolongement au sud des couches de Camarasa et du mont San Salvador. Ce lambeau éocène se compose, en ordre ascendant, des bancs suivants :

Nummulitique. — 2. — Calcaire blanchâtre argileux : *Alveolina elongata.*

(1) Yacimiento de la *Aerinata. Boletin de la Comisión del Mapa Geol. de España.* Madrid, 1882.

3. — Calcaire marneux avec *Natica, Terebellum, Alveolina.*

4. — Calcaire blanc et rougeâtre : *Eupatagus, Pecten.*

5. — Calcaire nankin à Miliolites : *Alveolina elongata* ; c'est le même banc que l'on exploite au pied du coteau de Camarasa. Une faille met le Nummulitique en contact avec le Trias supérieur qui suit à présent.

Keuper. — 6. — Gypse bariolé : constant dans les affleurements ophitiques.

7. — Gypse blanc et marnes gypseuses.

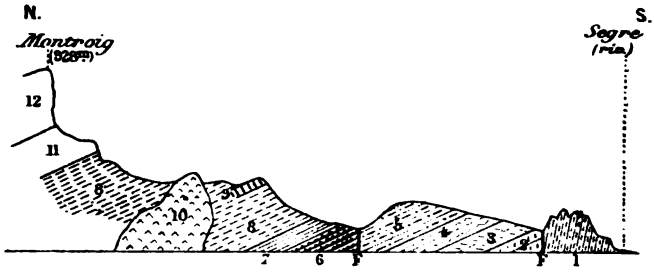


Fig. 4. — Coupe du ravin Ulls de Llorens.
Longueur 3 kilomètres ; hauteurs libres.

8. — Gypse d'abord rougeâtre, puis blanc, en bancs puissants qui s'étendent par le flanc méridional de la sierra de Montroig et renferment une petite assise calcaire.

9. — Assise calcaire intercalée dans les gypses.

10. — Ophite. Cette roche est traversée en tous sens par des veines et petits filons d'*aérinite* et de *feldspath.*

11. — Lias moyen et supérieur de la sierra de Montroig.

12. — Crétacé supérieur.

13 Octobre. — Excursion de Camarasa à Vilanova de Meya

1° De Camarasa a Alós (12 kilomètres).

Le 13, à 8 heures du matin, nous sommes partis à mulet pour aller, par Alós-de-Balaguer, village placé au bord de la Sègre, à Vilanova de Meya, au pied du versant méridional du Montsech.

Nous avons marché d'abord sur les gypses triasiques du pied de la montagne de San-Jordi, dont nous ferons le tour en la laissant toujours à gauche, pour descendre à la Sègre par *Collada Carbonera.* A notre droite se développent les poudingues, marnes et gypses oligocènes, très redressés au voisinage des gypses (60°).

A 9 heures, nous sommes à Collada-Carbonera : c'est un col situé dans les marnes liasiques que nous connaissons, et que nous ne quitterons plus durant toute la descente jusqu'à la rivière : elles reposent sur des calcaires lithographiques dont les bancs se dressent fortement du côté de l'est.

Les excursionnistes ont pu voir comment la dolomie foncée plonge

vers le lit de la Sègre, comment le grès ferrugineux à *Radiolites* du Santonien de San-Jordi, se transforme en sables blancs et rouges, et comment tout cet ensemble plongeant de 50° à 80° vers l'O. 15° N. va rejoindre, par-dessous les calcaires campaniens du sommet, les bancs que nous avons vus hier. En somme cette montagne représente un ample synclinal très visible de l'autre côté de la Sègre.

Nous marchons en amont jusqu'à Alós, sur la rive gauche de la rivière dont la coupe géologique est représentée par la figure 5, qui a été complétée en aval jusqu'à l'union de la Noguera-Pallaresa avec la Sègre, quoique ce tronçon n'ait pas été parcouru dans notre excursion.

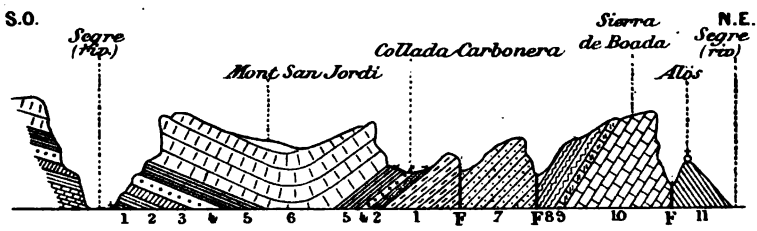


Fig. 5. — Coupe de la Sègre, d'Alós au confluent de la Noguera Pallaresa. Longueur 12 kilomètres ; hauteurs libres.

Lias. — 1. — Calcaire lithographique.

2. — Marnes fossilifères du Lias moyen et supérieur.

3. — Dolomie supraliasique : ce banc s'amincit en s'approchant du fond de l'anticlinal et disparaît dans le flanc que nous venons de parcourir.

Santonien. — 4. — Sables et grès subordonnés à un banc de calcaire sableux plein de Rudistes : *Sphærulites Toucasi* et d'autres *Sphærulites*.

5. — Marnes santoniennes.

Campanien. — 6. — Calcaires.

7. — Calcaire sableux et grès rougeâtre avec Rudistes indéterminables. Ce lambeau crétacé, qui touche par faille aux calcaires redressés du Lias, est rapporté au Campanien seulement par analogie minéralogique.

Nummulitique. — 8. — Calcaire à Alvéolines amené par une autre faille au contact avec les assises précédentes : par-dessous ce calcaire, des marnes (9) lie-de-vin, peu reconnaissables parmi les gros blocs qui encombrent la vallée, rappellent les marnes garumniennes.

Campanien. — 10. — Calcaire identique à celui qui couronne les hauteurs de San-Jordi. La grosse *Rhynchonelle* arrondie, que nous avons citée, y abonde.

Muschelkalk. — 11. — Calcaires feuilletés avec Fucoïdes et petits Bivalves indéterminables : ils forment tout le coteau où se trouve le village d'Alós, et une faille, la troisième que nous ayons vue dans notre course, les sépare des autres formations. Une belle *brèche de faille* peut s'observer à cet endroit, constituée principalement par des fragments de ce calcaire tabulaire.

2° De Alós a Vilanova de Meyá (12 kilomètres).

Après-midi nous sortons d'Alós, et nous laissons la Sègre pour nous diriger à travers la montagne à Vilanova de Meyá. Nous aurions pu marcher en remontant la Sègre jusqu'à Baldomá (une heure) et suivre la vallée de la rivière Boix jusqu'à Vilanova, mais le voyage aurait été beaucoup plus long et moins instructif.

La fig. 6 donne la coupe de la région parcourue entre Alós et Santa-Maria de Meyá, au pied du Montsech.

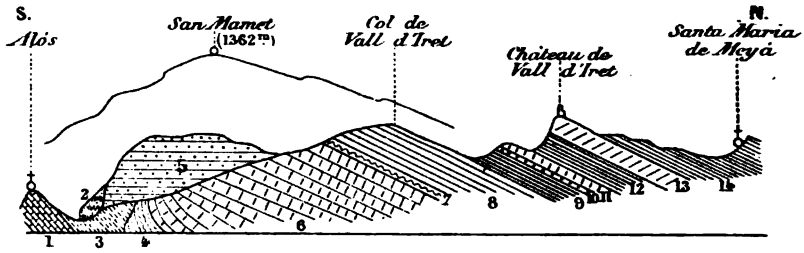


Fig. 6. — Coupe de Alós à Santa-Maria de Meyá.
Longueur 12 kilomètres; hauteurs libres.

Muschelkalk. — 1. — Les calcaires du Muschelkalk cessent au pied du coteau d'Alós.

Quaternaire. — 2. — Le ravin d'Alós passe à côté d'un dépôt quaternaire qui ne nous arrête pas à cause de sa minime importance et qui repose sur les gypses du Keuper : il consiste en des argiles et des conglomérats.

Keuper. — 3. — Gypses blancs concordants avec les calcaires du Muschelkalk.

4. — Gypse bigarré, indice de quelque pointement d'ophite, roche qui apparaît en plusieurs points de cette localité.

Oligocène. — 5. — Poudingues et marnes rouges en bancs presque horizontaux. C'est une puissante formation qui s'étend considérablement au pied des Pyrénées : c'est la même que nous avons vue à Montserrat et aux environs de Camarasa; mais si, en ce dernier point, elle a subi des effets tectoniques considérables, ici elle ne semble pas avoir éprouvé d'autres effets que ceux de la dénudation.

Crétacé supérieur : Campanien. — 6. — Sous ces conglomérats tertiaires, se développe une puissante série de calcaires, calcaires argileux et calcaires sableux. Il est très difficile d'y établir une séparation entre ses différents membres. Les bancs sont tout d'abord très redressés et puis restent avec un plongement de 20° à 40° vers le nord-est. Au lieu appelé *Partida de la Dona morta* nous avons récolté deux échantillons d'un *Pecten* à amples côtes finement imbriquées, espèce nouvelle très caractéristique du Campanien dans toute la Catalogne.

7. — Un banc à *Hippurites Heberti* et *H. Vidali* se trouve près du point le plus élevé de notre route.

Maestrichtien. — 8. — Nous sommes au Col de Vall-d'Iret et des calcaires marneux succèdent aux calcaires campaniens : nous n'avons pas le temps d'y chercher des fossiles; ils appartiennent au Maestrichtien. De ce col nous descendons dans la vallée d'Iret, que nous devons traverser en allant dans la vallée de Meyá.

La Vallée d'Iret est d'un ton rouge frappant. On dirait qu'on entredans le Grès bigarré : mais la superposition et la concordance de ses assises avec les couches crétacées que nous venons de voir, nous indique que nous sommes dans le Garumnien, dont le faciès rutilant est bien caractéristique.

Garumnien. — 9. — Des calcaires argileux fleuris et des marnes versicolores forment la première dépression du terrain.

10. — Un fort banc de grès à gros grains affleure sur les marnes.

11. — Une puissante assise de calcaire lacustre se détache en arête aiguë le long de la vallée : c'est un point de repère précieux pour le classement de ces assises.

En effet, quiconque a visité la série garumnienne du nord de Berga (province de Barcelone) n'aura pu moins faire d'observer le puissant banc calcaire de Vallcebre, qui se dresse comme un mur inaccessible en suivant les ondulations du terrain, et entoure comme une fortification naturelle l'extrémité de ce village.

Le calcaire de Vall-d'Iret est tout à fait identique, minéralogiquement, à celui de Vallcèbre, et il repose aussi sur un banc de grès à gros grains qui repose sur les marnes bariolées.

J'ai démontré dans ma Note sur la présence de la faune de Rilly dans les Pyrénées Catalanes, que dans le calcaire de Vallcèbre on doit voir le terme supérieur de la série garumnienne, que les marnes rouges qu'il supporte ne doivent plus être classées dans le Garumnien le plus supérieur, comme on le faisait jusqu'ici, parce qu'elles occupent la place des bancs à *Paludina aspersa* de Espinalbet (environs de Berga) : elles doivent donc être rangées à la base du Nummulitique, et sont une formation lacustre qui précède le dépôt marin des calcaires à *Alvéolines*.

Ainsi donc, nous verrons aussi dans ce calcaire lacustre de Vall-d'Iret, si identique minéralogiquement et stratigraphiquement à celui de Vallcèbre et de Espinalbet, le terme du Crétacé le plus supérieur, et nous mettrons dans le Tertiaire tout ce qui va suivre.

Nummulitique. — 12. — Marnes lie de vin : dépôt épais rutilant équivalent des marnes à *Paludina aspersa* d'Espinalbet.

13. — Calcaire à *Alvéolines* qui se montre derrière la deuxième dépression du terrain occupé par les marnes précédentes.

Cette assise, très puissante, formant les crêtes qui bordent du côté nord la vallée d'Iret, passe par les ruines du château de Vall-d'Iret, où il y a le col de ce nom. D'ici, la vue s'arrête au nord dans le massif de la sierra du Montsech qui se déploie de l'est à l'ouest de l'autre côté de la vallée de Meyá, où nous allons descendre.

Les membres de la Société ont récolté ici divers échantillons d'*Ostrea uncifera* : mais ils n'étaient pas en place et je pense que le banc d'où ils proviennent est immédiatement supérieur aux Alvéolines, comme je l'ai vu à d'autres endroits.

14. — Du coll de Vall-d'Iret, où nous sommes arrivés en deux heures d'Alós, la descente se fait en traversant des bancs marneux du Nummulitique, d'une épaisseur de 800 mètres. Ils s'arrêtent par faille contre la base du Montsech où affleurent des formations anciennes, Trias, Lias, tandis que de l'autre côté de la sierra, les hauteurs sont couronnées par les mêmes marnes nummulitiques qui restent ici du bas.

La série crétacée et tertiaire que nous venons de traverser d'Alós à Meyá, fait partie du massif de *San Mamet*, que nous avons toujours laissé à gauche, et qui est le point culminant de ce lambeau de près de 60 kilomètres de longueur. A l'époque où se produisit la

grande fracture longitudinale du Montsech E.-O., ce massif s'est affaissé, en descendant de près de 2,000 mètres (1).

Nous arrivons à Santa-Maria de Meyá à 4 heures du soir, et, de ce village, nous allons vers l'est en suivant la base du Montsech, le long des marnes éocènes, pour arriver en une demi-heure à Vilanova de Meyá, où nous sommes aimablement reçus par la famille du propriétaire, M. Castejón.

14 Octobre. — Ascension du Montsech

Vilanova de Meyá est bâti à la base du Montsech, sur le côté droit d'un profond ravin qui descend du centre de la sierra par une étroite gorge calcaire appelée le *Pas nou*.

Des bancs de mollasse du sommet du Nummulitique qui forme le fond de la vallée, sont en contact avec l'ophite qui affleure au pied du Montsech, et nous pourrions aujourd'hui voir ce contact si nous avions fait l'ascension en montant par l'ermitage de Meyá qui domine le village au nord ; mais la constitution géologique de la sierra s'étudie mieux en passant par le *Pas nou* jusqu'à l'*Hostal Roig*, et descendant par le *Pas de les egües*. Du reste, le temps était pluvieux le matin, et il fallait profiter de tous les instants.

En une heure et demie nous remontons l'étroit défilé calcaire du *Pas nou* à dos de mulet, et nous arrivons à l'*Hostal Roig*, pauvre auberge à l'intérieur de ce massif montagneux. La profonde gorge que nous venons de suivre est sans doute le résultat d'une fracture opérée dans le massif calcaire du Montsech : un cours d'eau si court et si insignifiant n'aurait pu produire par érosion ces effets si considérables.

Arrêtés par une pluie torrentielle à l'*Hostal Roig*, nous n'en sortons qu'après-midi. Nous sommes dans une petite plaine dominée de tous côtés par les sommets du Montsech, d'où partent à l'est le *Pas nou*, commencement de la rivière Boix, à l'ouest le torrent Barcedana, affluent gauche de la Noguera Pallaresa. Les marnes rouges du Garumnien forment le sol et les flancs du côté nord. Nous pourrions les suivre en descendant le Barcedana jusqu'au pied du village Llimiana, où nous trouverions un beau banc à Rudistes plongeant au nord, et qui est l'affleurement le plus méridional du riche gisement d'*Hippurites Castroi* d'Isona, où les Radiolites dominent et où on récolte de gros échantillons de *Sphærulites*

(1) En 1875, je fis connaître la formation de cette belle sierra du Montsech dans ma *Geologia de Lérida*.

Toucasi. Plus à l'ouest encore, sur la rive droite de la Noguera Pallaresa, ce banc se charge de *Radiolites Moroi*, *Monopleura Moroi*, formes décrites en 1878 (1). Mais cette excursion dans le Garumnien nous prendrait toute la journée.

Les hautèurs qui dominent l'*Hostal Roig* du côté nord sont tertiaires : elles forment la montagne de San Salvador de Toló, où les couches les plus basses sont constituées par le calcaire à *Alvéolines* reposant sur les marnes garumniennes et couronné par des marnes bleues renfermant un banc épais à *Ostrea multicostata*.

Après-midi, le temps s'étant éclairci, nous prenons le sentier qui traverse du nord au sud le Montsech par le *Pas de les egües*, col situé à la crête de la *Sierra*, à deux kilomètres au sud de l'auberge. La coupe suivante (fig. 7) donne la succession des terrains traversés.

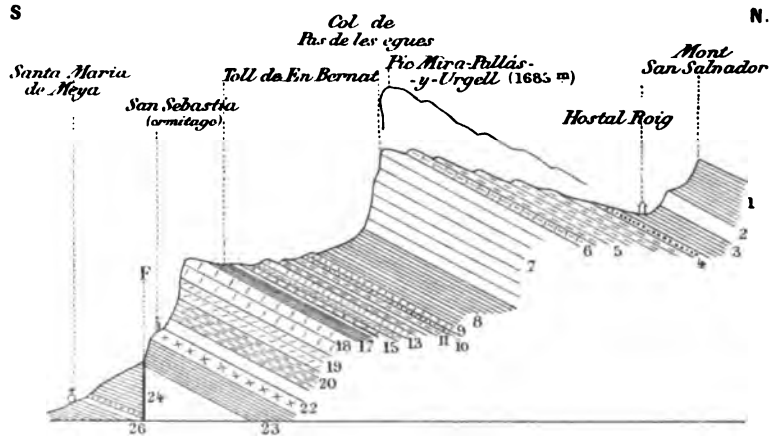


Fig. 7. — Coupe de la montagne de Montsech.
Longueur 4 kilomètres ; hauteurs libres.

Nummulitique. — 1. — Marnes bleues, à *Ostrea multicostata*.

2. — Calcaire à *Alveolina*.

Garumnien. — 3. — Marnes rouges :

Banc à Rudistes, *Hip. Castroi*, *Sphærulites Toucasi*, *Radiolites Moroi*, *Monopleura Moroi*.

Lignite en couches minces entre des bancs de calcaires marneux.

Ces deux dernières assises cachées par la terre végétale, ne sont pas visibles sur notre route, et elles n'affleurent qu'au ravin de La Barcedana.

Maestrichtien. — 4. — Banc à *Hippurites radiosus*. Ce banc, que je n'avais pas observé dans mes courses antérieures au Montsech, occupe le même niveau que

(1) L.-M. Vidal. Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña. *Boletin de la Com. del Mapa Geol. de España*. Madrid, 1878.

celui que j'ai signalé à Saldes et Vallcèbre (province de Barcelone) et qui renferme *H. Lapeyrousei*.

5. — Série d'assises marneuses qu'on peut suivre le long du versant nord de la chaîne. Si, de ce côté est, elles ne sont guère fossilifères, à l'ouest, sur le village d'Alzamora, elles m'ont donné *Orbitoides media, Ostrea larva, Pecten Dujardini*. Leur épaisseur est de quelques 150 mètres.

Campanien. — 6. — Banc à Rudistes qu'on trouve tout près du col. Il affleure au bord du sentier et on peut y ramasser un grand nombre de *Hippurites Vidali, H. Archiaci, H. Heberti* : Le *H. variabilis* y est moins abondant, et il y a aussi quelques rares *Sphærulites*. Parmi les échantillons que j'ai récoltés à cet endroit M. Douvillé y a reconnu le *H. serratus* dans un individu qui montre dans sa gangue *Orbitoïdes media*. Je ne m'expliquais pas la présence de ces représentants du Maestrichtien ici, ne connaissant pas l'existence d'un autre banc à Rudistes dans cet endroit entre les *Hip. Vidali* et le Garumnien : mais la découverte d'un banc à *H. radiosus* explique facilement celle d'un *H. serratus* (espèce du même âge et qui existe à ce niveau, avec *Orbitoides media*, à la Conca de Tremp, au nord du Montsech), roulé entre les échantillons d'un banc inférieur.

Ce banc à *Hip. Vidali* affleure dans plusieurs cols le long de la chaîne et dans le Montsech occidental; au Montsech de Ager, on le voit reposer sur un banc marneux pétri de Foraminifères du genre *Amphistegina*, espèce que M. Schlumberger étudie en ce moment.

7. — Le col du *Pas de les egües* s'ouvre dans un massif calcaire qui suit immédiatement, formant sur le versant méridional de la chaîne un escarpement de 200 m. de hauteur par lequel nous allons descendre. Les bancs plongent 30° N. 20° E.

La vue panoramique qu'on a de ce col, vers le sud, est splendide, l'altitude du col (1376 mètres) permettant de dominer toute la plaine d'Urgell par-dessus les montagnes de *San Mamet*, qu'hier nous avons laissées à gauche, et celles de *Montroig* que nous avons vues près de Camarasa au nord du village.

La descente n'est pas pénible : mais ces bancs calcaires campaniens sont si peu fossilifères, que nous n'y trouvons rien à étudier et nous entrons rapidement dans les marnes santoniennes.

Au pied de cette falaise calcaire dirigée E.-O., déviant d'environ 20° au nord, s'étend dans toute la longueur de la chaîne une plaine peu régulière, d'un kilomètre de largeur tout au plus, sillonnée par d'amples ravins. En la traversant du nord au sud, on se trouve au bord d'une deuxième falaise de 400 m. de hauteur formant un escarpement parallèle à celui de la crête, d'où on domine la vallée de Meya.

Le gradin où nous sommes descendus est en marnes santoniennes : l'escarpement qui suit appartient au Crétacé inférieur et au Lias : c'est donc ce gradin, que l'érosion a construit profitant de la faible consistance des assises santoniennes, qui forme la limite du Crétacé inférieur et du Crétacé supérieur.

Santonien. — 8. — Marnes jaunes et bleuâtres, d'une épaisseur d'une centaine de mètres. Leur partie supérieure est peu fossilifère : j'y ai récolté au Montsech de Ager quelques *Sphærulites sinuata* silicifiés et un Crustacé de la sous-classe des *Podophtalmes*. Au Montsech de Meyá, où nous nous trouvons, je n'ai découvert qu'un gros *Hippurites galloprovincialis*, échantillon remarquable par le renflement qu'il présente à l'extrémité de l'arête cardinale, anomalie que je n'ai pas observée dans cette espèce en Catalogne, mais qui, d'après M. Douvillé, n'est pas rare dans les individus pyrénéens de la France.

J'ai observé, au plan de contact des marnes santoniennes et des calcaires campaniens, un banc de sable blanc et ferrugineux de 2 mètres, qui ne se continue pas tout

le long de la chaîne ; il n'existe qu'au terme de Rubies, et c'est pour cela que je ne le fais pas figurer dans notre coupe.

La partie inférieure des marnes santoniennes est très fossilifère : je ne donne ici que quelques-unes des espèces que j'y ai récoltées :

Hippurites canaliculatus, H. Carezi, H. Maestrei, H. microstylus, H. Montsecanus, H. cf. *socialis, Radiolites angulosus, R. laciniatus, R. fissicostatus, Sphærulites sinuatus, Sph. Pailletei, Sph. Patera, Sph. Toucasi, Puchygyra labyrinthica, Columnastræa striata. Astrocænia Konincki, A. decaphyllia, Isastræa Reussi, Leptoria Konincki, Cyclolites polymorphus, Cyclolites ellipticus, Diploctenium subcirculare, Ceratotrochus minimus, Placosmilia Vidali, Cyphosoma Maresi, Micraster coranguinum, Goniopygus Marticensis, Salenia scutigera, Cidaris spinosissima, Ostrea caderensis, O. plicifera, O. galloprovincialis, Janira quadricostata, Lima Marticensis, Nucula tenera. Corbula striatula, Terebratula Nanclasi, Rhynchonella Lamarckiana, Lacazina compressa.*

Je crois assez difficile de fixer les horizons propres de certaines espèces importantes de cette liste, mes observations m'ayant donné des résultats différents selon les localités que j'ai visitées le long du Montsech. Par exemple, à l'extrémité est de la chaîne, sur le versant gauche du Pas-nou j'ai observé *Ostrea galloprovincialis* et *Lacazina compressa* dans des marnes à zoophytes avec *Cyclolites elliptica* et *Columnastræa striata*, directement superposées à des grès ferrugineux qui abondent en *Hippurites canaliculata, H. Carezi* et *Cyclolites ;* tandis que, en marchant à l'ouest, tout près du chemin que nous faisons aujourd'hui, nous trouverons en ordre descendant, la base des marnes santoniennes formée par des assises à *Hippurites canaliculata, H. Carezi, H. Montsecana, Placosmilia Vidali, Lima Marticensis*, et au-dessous, les couches suivantes :

9. — Calcaires (10 mètres).

10. — Grès rougeâtre.

11. — Marnes verdâtres à *Lacazina compressa.*

Et en marchant plus à l'ouest encore, au Montsech d'Ager, nous verrions que *Ostræa galloprovincialis* et *Lacazina compressa* sont inférieures aux marnes à *Lima Marticensis.*

Ce fait, bien facile à constater dans des localités d'une régularité stratigraphique parfaite et où il n'y a pas de renversements, semble indiquer que, en Catalogne, *Ostræa galloprovincialis* n'a pas l'importance géologique qu'elle a dans l'Ariège, où M. Toucas, dans son Mémoire « Révision de la Craie à Hippurites » (*B. S. G. F.*, 1896), dit qu'il l'a vue constamment séparer le Campanien du Santonien.

Coniacien. — 12. — Sous les plus basses assises à *Lacazina compressa*, le Coniacien est représenté par un banc à *Hippurites resectus* et *Sphærulites.* Si nous le suivions à l'ouest, nous le verrions au Montsech d'Ager présenter *Hip. Moulinsi* et *H. Premoulinsi* à côté de l'*H. resectus.*

13. — L'assise qui suit est un calcaire blanc à Foraminifères microscopiques, parmi lesquels on distingue à l'œil nu une longue *Alveoline* semblable (d'après M. Schlumberger) à une espèce inédite trouvée dans le Tertiaire par M. Munier-Chalmas. Cette apparition du genre *Alveoline* au milieu des strates crétacées est un fait remarquable, mais qui ne doit pas nous étonner, M. Glangeaud l'ayant trouvé dans le Portlandien.

14. — Calcaire marneux fleuri, avec fossiles indéterminables, Gastéropodes, Zoophytes et Fucoïdes. — Le classement de ces deux dernières assises, dont l'épaisseur ne dépasse pas une dizaine de mètres, est difficile, sans le secours de la Paléontologie. Je les ai rangées dans le Coniacien, admettant que l'Albien et le Cénomanien manquent au Montsech.

Urgo-Aptien. — 15. — Le Crétacé inférieur commence par un banc de calcaire argileux contenant quelques huîtres plates.

16. — Banc à huîtres, *Ostræa Boussingaulti*, *Ostræa prælonga ?*

17. — Marnes à *Cassiope Lujani*, *C. strombiformis*, *Cerithium Cassendi*, *C. Valeriæ*, *C. viccinum*, *Natica Fitæ*, *Aporrhaïs Benifacæ*, *Terebratula sella*. Elles renferment un banc de lignite.

Cette localité est appelée *Toll d'En Bernat*. A un kilomètre à l'ouest, au lieu appelé *Coveta de En Tardá*, ce banc à lignite qui a été l'objet de diverses explorations minières, est compris entre deux bancs à *Orbitolina conoidea*.

Nous sommes au bord de la falaise inférieure du Montsech.

18. — Calcaire à *Matheronia*, *Requienia Lonsdalei*.

19. — Calcaire compact.

Ces deux assises n'ont pas moins de 120 mètres de puissance.

Jurassique. — 20. — Calcaire lithographique qu'on exploite. Je place dans le Jurassique cette puissante assise, guidé seulement par le caractère pétrographique, car l'on n'y trouve que des restes végétaux indéterminables. C'est un calcaire se délitant en grandes dalles depuis 20 centimètres d'épaisseur jusqu'à quelques millimètres.

21. — Calcaire compact : ces deux dernières assises ont 100 mètres de puissance.

Lias moyen. — 22. — Dolomie, banc qu'on trouve un peu avant d'arriver à l'ermitage de *San Sebastiá*. J'ai toujours placé cette assise dans le *Lias :* et les raisons que j'ai eues pour agir ainsi, sont confirmées par la présence du calcaire 20 dont l'aspect jurassique éloigne plus encore l'idée de l'attribuer au Crétacé.

23. — Marnes rognoneuses jaunâtres à *Ostræa sublobata*, *Pleuromya*, *Pholadomya*. — C'est ici que la série descendante s'arrête, pour faire place aux assises tertiaires que la faille du Montsech met en contact avec les terrains jurassiques que nous venons de suivre.

Nummulitique. — 24. — Nous trouvons d'abord des macignos, grès et marnes sableux sans fossiles, plongeant de 20 à 30 degrés au nord.

25. — Plus bas, apparaît, sous le *Calvari de Santa-Maria de Meyá*, un gisement très riche. Les espèces les plus abondantes sont *Potamides Montsecanum*, *P. Orengæ*, *Turritella Duvali*, *Ampullina Vidali*, dont on peut faire une ample récolte. D'autres espèces moins fréquentes sont : *Potamides Palensis*, *Turritella uniangularis*, *Bezançonia Pyrenaica*, *Melanopsis Vicentina ?* *Cerithium hexagonum*.

26. — Banc à *Ostræa multicostata*.

27. — Marnes sableuses : série puissante que nous suivons jusqu'à Santa-Maria de Meya, et puis jusqu'à Vilanova de Meya, où nous rentrons à six heures et demie par une pluie abondante.

15 Octobre. — Retour à Barcelone

Le lendemain, le retour à Barcelone a été fait en *tartane* par Artesa-de-Sègre et Agramunt jusqu'à Tarrega, où on a pris le train. Le retour a été fait ainsi par une autre contrée, à travers des sédiments oligocènes, ce qui a permis de nous faire une idée des mouvements qui se sont opérés dans l'ensemble.

L'Eocène de la vallée de Meyá disparaît à quelques 2 kilomètres de Vilanova, sous un grand manteau de conglomérats et marnes

rouges oligocènes que nous connaissons, qui couvre tout en discordance de stratification, en contournant le Montsech par le côté est.

Cette puissante formation laisse affleurer au-dessous d'elle les calcaires crétacés quelques mètres avant d'arriver à Alentorn, petit village à une heure de Artesa. Ces calcaires font partie du massif crétacé de San-Mamet, qui reste à notre droite, et les derniers bancs que nous coupons sont pétris de très gros *Sphærulites* à lames très ondulées, parmi lesquels il y a *Sph. Toucasi*. J'attribue ce banc au Santonien.

Les poudingues oligocènes dominent, presque horizontaux partout, et quand nous avons traversé la Sègre, les bords de la rive gauche de la rivière nous montrent leurs assises redressées et plongeant fortement au nord à Artesa. Ce village est donc placé sur le flanc nord d'un anticlinal constitué par la colline le dominant ; ce sera le premier des trois plis bien accentués qu'on aperçoit en allant à Tarrega.

A la *Sierra-de-Montclar*, entre Artesa et Agramunt, un autre pli se montre au sommet : les conglomérats se sont transformés en des macignos ; des bancs de gypse affleurent au-dessous, et tout est fortement plissé par un puissant effort tangentiel.

Entre Agramunt et Tarrega, un autre pli moins prononcé correspond à la Sierra de Almenara. Des bancs calcaires réguliers alternant avec des marnes rouges, sont le prolongement de la série que nous avons vue au sommet de la grande formation lacustre de Calaf et San-Guim.

La formation oligocène que nous avons pu examiner dans toute son épaisseur de Montserrat au Montsech, présente donc à la base un puissant dépôt de conglomérats qui longe les chaînes d'où il provient : dans les Pyrénées il recouvre les contreforts de cette chaîne, ses éléments s'atténuent en commençant vers le sud, et il se transforme en macignos, grès et marnes. Dans la chaîne littorale il présente à Montserrat le même aspect : poudingues à gros éléments qui, en avançant vers l'intérieur, passent à des macignos et marnes. Mais ici la chaîne d'où proviennent ces conglomérats a en grande partie disparu par effondrement dans la Méditerranée, quand s'est produit le *cirque d'effondrement* qui dessine la côte catalane. Le massif calcaire de Garraf et de Begas n'en est qu'un ancien contrefort, aujourd'hui plus bas que les assises du Montserrat qu'il a contribué à former.

Les conglomérats de Montserrat constituent la haute et bizarre silhouette de cette montagne si éloignée des Pyrénées, et envi-

ronnée de formations qui, excepté celle du massif calcaire de la côte, n'ont pu lui fournir d'éléments pour former ces poudingues, où les calcaires dominent. Ces conglomérats sont donc la plus belle démonstration de la théorie qui suppose au sud de la côte méditerranéenne, une terre ancienne effondrée en majeure partie sous la mer, et dont les îles Baléares ne sont qu'un petit témoin.

Les sédiments qui ont comblé le lac occupant une si grande portion de la Catalogne pendant l'époque oligocène, ne sont pas restés en repos après cette époque : ils ont suivi le mouvement de surrection, déjà très atténué, de la chaîne pyrénéenne, mais en quelques endroits ils ont été vivement tourmentés : Camarasa en est une preuve, et les plis qu'on voit de Tarrega à Artesa, montrent qu'ils n'ont pas résisté aux poussées horizontales produites plus tard, quand la côte catalane acquit son principal relief.

M. **Stuart-Menteath**, à la suite de l'excursion dans la province de Lérida, envoie les remarques suivantes :

Le versant méridional des Pyrénées de la Catalogne est recouvert par l'Oligocène, composé de sédiments rouges qu'il est souvent impossible de distinguer du Trias et qui, par suite, ont été confondus avec ce dernier terrain. La base de l'Oligocène est formée de gypse d'une épaisseur irrégulière ; il se montre partout où des plis ou des failles font apparaître cette base. Entre Olot et la mine de houille de San-Juan de las Abadesas, on voit que ce gypse repose, peu incliné, sur plus de 500 mètres d'Eocène moyen caractérisé par ses fossiles. Cet Eocène repose sur 30 mètres de calcaire du Lias qui surmonte le Trias qui, lui-même, repose en discordance complète sur la houille.

L'Oligocène avec gypse repose en discordance sur tous les terrains plus anciens. Parfois, son contact avec le Trias a amené des confusions ; c'est ainsi qu'à Alos on a classé dans l'Oligocène le gypse triasique. Des gorges profondes ont permis de reconnaître les relations qui existent entre ces terrains. En Catalogne, il y a fréquemment association de l'Oligocène et du Trias.

M. Stuart-Menteath admet que souvent, comme à Camarasa, l'ophite transforme le calcaire du Muschelkalk en gypse ; il en est aussi de même quand ce calcaire est enveloppé par l'Oligocène gypseux.

TABLE GÉNÉRALE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS CE VOLUME

(par ordre des séances)

Pages

Séance du 10 Janvier 1898 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. le Dr Aubert et Bresson . . . 5
Elections 5

Séance du 24 Janvier 1898 :

Ch. Barrois, J. Bergeron. — Allocutions présidentielles 7
Proclamation de nouveaux membres : MM. Cambessédès et Sauvaget . . . 8
G. Ramond, E.-A. Martel. — Présentations d'ouvrages 8
G. Dollfus. — Sur la géologie de l'Orléanais (Réponse à M. de Grossouvre). 9
Munier-Chalmas. — Observations 10
Boistel. — Nouvelles observations sur la bordure tertiaire du Jura à l'ouest du Bugey (*5 fig. dans le texte*) 11
Stuart-Menteath. — Sur les ophites de la Navarre. 35
Id. — Sur le granite de Loucrup (Hautes-Pyrénées) 37
R. Fourtau. — Sur les sables à Clypéastres des environs des Pyramides de Ghizeh (*5 fig. dans le texte*). 39
W. Kilian. — Sur une mâchoire de Lophiodon découverte à Saint-Laurent-du-Pont (Isère) 42
E. Fournier. — Observations sur l'excursion au Caucase 43
A. de Grossouvre. — Sur la roche du Picou de Freychenet (Ariège) . . . 43
L. Carez. — Observation 43

Séance du 7 Février 1898 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Vaquez. 44
Brives, Cossmann. — Présentations d'ouvrages 44
A. Bigot. — Les collections de M. le Professeur Marsh 45
Stuart-Menteath. — Sur le sens du refoulement dans les Pyrénées. . . . 46
M. Bertrand. — Observations à propos des notes de M. E. Fournier (*5 fig. dans le texte*). 48

Séance du 28 Février 1898 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Allard. 55
F. Bernard, A. Gaudry. — Présentations d'ouvrages 55
Boistel. — Quel est l'agent du transport des cailloutis alpins dans le Pliocène supérieur de la Dombes et de la Bresse (*3 fig. dans le texte*) 57

M. Boule, E. Haug, A. de Lapparent, Boistel. — Observations 80
E. Fournier. — Réponse aux observations de M. M. Bertrand 81
D.-P. Œhlert et A. Bigot. — Note sur le massif silurien d'Hesloup (*1 carte dans le texte*) 82
M. Bertrand. — Observation 103
Guébhard. — Sur la présence du Miocène dans le vallon du Bès (Alpes-Maritimes). 104
A. Michel-Lévy. — Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques (Pl. I) 105
M. Bertrand, A. de Lapparent. — Observations 121
V. Popovici-Hatzeg. — Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de Rucar (Roumanie). 122
Id. — Contribution à l'étude du Crétacé des environs de Rucar et de Podu Dimbovitzei (Roumanie). . . . 125
W. Kilian. — Observations relatives à la note de M. Ch. Sarasin ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia* 129
P. Lory. — Sur le Crétacé inférieur du Dévoluy et des régions voisines. . 132

Séance du 7 Mars 1898 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. Kalkowsky et Doncieux. . . . 139
G. Dollfus, Ph. Glangeaud. — Présentations d'ouvrages 139
H. Douvillé. — Etudes sur les Rudistes (*suite*) (*11 fig. dans le texte*). . . 140
M. Bertrand. — Sur deux faits observés dans une galerie de mines à Valdonne. 158
L. Doncieux. — Note sur l'extension de l'étage de Rognac dans les Corbières orientales (*2 fig. dans le texte*) 159

Séance du 21 Mars 1898 :

J. Bergeron. — Allocution à propos du décès de M. Alph. Briart. 164
E. Fournier. — Observations 164
P. Termier. — Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. . . . 165
V. Anastasiu. — Sur le Crétacé de la Dobrogea. 192
Stuart-Menteath. — Observations. 194

Séance du 4 Avril 1898 :

Frossard. — Présentation d'ouvrages 195
Tardy. — Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du Pliocène de la Bresse 195
Boistel. — Observations. 196
E. Haug. — Portlandien, Tithonique et Volgien. 197
Ph. Glangeaud. — Observations 228
F. Priem. — Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur) (Pl. II) 229
E. Ordoñez. — Les filons argentifères de Pachuca (Mexique) 244
Canu. — Etude sur les ovicelles des bryozoaires du Bathonien d'Occaignes (*20 fig. dans le texte*) 259

Séance générale annuelle du 14 Avril 1898 :

Proclamation de nouveaux membres : M. BRANNER et le MUSÉE NATIONAL DE GÉOLOGIE DE CROATIE. 286
P. LAMBERT, Ph. GLANGEAUD, DEPÉRET. — Présentation d'ouvrages. 286
Ch. BARROIS. — Allocution présidentielle 287
Ph. GLANGEAUD. — Remerciement 299
A. GAUDRY. — Note sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine et particulièrement sur ses découvertes à Cernay 300
A. MICHEL-LÉVY. — Sur un nouveau mode de coordination des diagrammes représentant les magmas des roches éruptives (Pl. III-VII) 311
Ch. BARROIS. — Sur les Spongiaires de la Craie du nord-est du bassin de Paris 327

Séance du 18 Avril 1898 :

CAYEUX. — Présentation d'ouvrages 330

Séance du 2 Mai 1898 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. C. ROUYER 331
J. BERGERON. — Allocution à propos du legs de Mme Fontannes 331
R. ZEILLER. — Présentations d'ouvrages 332
G. DOLLFUS. — Notice nécrologique sur G. Berthelin 333
P. LORY. — Tectonique de la région Dévoluy-Bauchaine-Céüze. 335
C. SCHLUMBERGER. — Note sur le genre *Meandropsina* M.-Ch. (Pl. VIII et IX). 336
A. BRESSON. — Observations sur la structure du massif de Saint-Julien, près Marseille (7 *fig. dans le texte*). 340

Séance du 16 Mai 1898 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. A. LEROY. 347
A. BERNARD, A. CARAVEN-CACHIN, NENTIEN. — Présentations d'ouvrages . . 347
W. KILIAN et P. TERMIER. — Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais 348
ID. ID. — Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises. 357
J. RÉVIL et J. VIVIEN. — Note sur la structure de la chaîne Nivollet-Revard (2 *fig. dans le texte*). 365
E. FOURNIER. — Observations sur quelques points de la géologie du Caucase et de la Basse-Provence 372
E. HARLÉ. — Une mâchoire de Dryopithèque 377

Séance du 6 Juin 1898 :

E. de MARGERIE. — Allocution prononcée aux obsèques de Maurice Hovelacque. 384
A. de LAPPARENT, M. BOULE. — Présentations d'ouvrages 385
H. DOUVILLÉ. — Sur quelques fossiles du Pérou. 386
ID. — Sur les couches à Rudistes du Texas. 387
FR. ARNAUD. — Note sur l'altitude primitive des Alpes dauphinoises. . . . 389
W. KILIAN. — Observations 396
STUART-MENTEATH. — Sur les conglomérats ophitiques des Basses-Pyrénées. 397

F. Priem. — Sur la faune ichthyologique des assises montiennes du bassin de Paris et en particulier sur *Pseudolates Heberti* Gervais (Pl. X et XI) 399
E. Harlé. — Age de la plaine de la Garonne en amont et en aval de Toulouse. 413

Séance du 20 Juin 1898 :

St. Meunier, R. Zeiller, Capellini. — Présentations d'ouvrages. 419
A. Gaudry. — Observations à propos de l'enseignement de la géologie dans les Lycées 420
Ch. Depéret, Munier-Chalmas. — Observations. 421
F. Roman, de Riaz. — Présentations d'ouvrages. 421
Ch. Depéret. — Sur l'origine des cailloutis pliocènes alpins de la partie méridionale de la Bresse. 422
Boistel. — Observations. 424
Ph. Zürcher. — Communication préliminaire relativement aux observations faites dans une mission récemment accomplie dans l'isthme de Panama 425
Id. — Stratigraphie du Permien dans la région des Maures et de l'Esterel. 426
Bresson. — Observations à la note de M. Doncieux 427
Ficheur. — Sur les grès rouges du Djurjura 427
W. Kilian. — Observations au mémoire de M. Haug sur le Portlandien, le Tithonique et le Volgien 429
E. Fournier. — Etudes sur la tectonique des massifs de Marseilleveyre et de la Tête Puget (*11 fig. dans le texte*). 431
H.-E. Sauvage. — Les Reptiles et les Poissons des terrains mésozoïques du Portugal. 442
Bourgeat. — Sur quelques phénomènes de glissement dans le Jura (*10 fig. dans le texte*) 447
Stuart-Menteath. — Sur la tectonique des Pyrénées 453
R. Bréon. — Sur les tufs à quartz cristallisé des environs de la Bourboule. 455
L. Gentil. — Note sur l'existence du Trias gypseux dans la province d'Oran (Algérie) (*4 fig. dans le texte*) 457
J. Bergeron. — Etude du versant méridional de la Montagne Noire (*5 fig. dans le texte*). 472
Id. — Observations sur les analogies entre l'Ordovicien du Languedoc et celui de la Norvège. 487
Id. et Goldberg. — Sur la cristallisation des corps dans un courant liquide 487

Séance du 7 Novembre 1898 :

J. Bergeron. — Allocution présidentielle. 488
Fourtau, Dereims, V. Popovici, V. Anastasiu, E. Haug et A. de Lapparent. — Présentations d'ouvrages. 492
Fayol. — Découverte de Reptiles dans le Houiller de Commentry 492
Mangin. — Rapport présenté au Conseil supérieur de l'Instruction publique. 493
Arrêté relatif à l'enseignement de la géologie dans les classes de l'enseignement secondaire classique et de l'enseignement secondaire moderne 493
F. Ameghino. — Sur l'évolution des dents des Mammifères 497
Peron. — La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le Crétacé de l'Algérie (*1 fig. dans le texte*). 500

J.-G. Aguilera. — Essai d'une évolution continentale du Mexique. 512
J. Repelin. — Sur le Jurassique de la chaîne de la Nerthe et de l'Etoile. . 517
E. Harlé. — Porc-épic quaternaire de Montsaunès (Haute-Garonne) (*1 fig. dans le texte*) 532
Ch. Sarasin. — A propos du genre *Hoplites* (*1 fig. dans le texte*). 534
Stuart-Menteath. — Progrès de la géologie des Pyrénées. 537

Séance du 21 Novembre 1898 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. Chatelet, le Dr Delineau, Mallet, Lefèvre. 539
Ficheur. — Présentation d'ouvrages 539
De Rouville. — Lettre. 540
Ramond, Fliche et Dollfus. — Présentations d'ouvrages 540
Stuart-Menteath et Peron. — Id. 541
Gosselet. — Sur l'alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France 541
Bergeron. — Résumé des observations faites pendant la Réunion extraordinaire à Barcelone (terrains primaires) 542
L. Carez. — Id. Id. (terrains secondaires) 542
G. Dollfus. — Observations 543
F. Arnaud. — Observations à propos de la discussion sur l'altitude primitive des Alpes dauphinoises. 544
R. Fourtau. — Sur les dépôts nilotiques (*7 fig. dans le texte*). 545

Séance du 5 Décembre 1898 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Thiot. 561
G. Dollfus, Bucquoy et Ph. Dautzenberg ; David Martin, L. Raveneau. — Présentation d'ouvrages 562
Haug. — Observations. 563
H. Douvillé. — Rapport de la Commission de comptabilité pour l'année 1897. 564
Tougas. — Sur l'évolution des Hippurites. 570
D. Martin. — Note sur les alluvions anciennes de l'Embrunais (*4 fig. dans le texte*). 573
J. Blayac. — Sur l'existence probable du Trias gypso-salin dans le Sud de la province de Constantine. 578
Kilian. — Observations : 1° Sur le Néocomien du Jura ; 2° Sur la tectonique du Jura ; 3° Sur le Barrémien de Catalogne. 580
R. Fourtau. — Note complémentaire sur les sables à *Clypéastres* des environs des Pyramides de Ghizeh. 581
Stuart-Menteath. — Sur la tectonique des Pyrénées 582

Séance du 19 Décembre 1898 :

Prix décernés par l'Académie des Sciences à MM Munier-Chalmas, Cayeux, F. Bernard 585
A. Gaudry. — Présentation d'un ouvrage de M. H. Sauvage. 585
Boule. — Id. Lahille 586
Conférence de M. Van den Brœck 586
H. Douvillé. — Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama . 587
M. Bertrand et G. Dollfus. — Observations 600
G. Mouret. — Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France (Pl. XII). 601

M. Boule. — Observations 612
E. Fournier. — Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin crétacé de Fuveau (*15 fig. dans le texte*). . . 613
M. Bertrand. — La nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le bassin houiller de Silésie (*5 fig. dans le texte*) 632
A. Bresson. — Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires paléozoïques des environs de Pierrefitte et d'Argelès (Hautes-Pyrénées) (*5 fig. dans le texte*). 653
E. Fournier. — Observations sur la tectonique du Jura. 659

Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Barcelone :

Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire de 1898 . . 661
Bibliographie concernant la Réunion extraordinaire. 662

Séance du 28 Septembre 1898 à Barcelone :

J. Bergeron. — Allocution présidentielle 665
M. Thos y Codina. — Allocution 666
Proclamation d'un nouveau membre : M. P. Longhi. 666
J. Almera. — Allocution présidentielle. 667
A. Gaudry. — Communication 669
Programme des excursions proposé par MM. J. Almera et L.-M. Vidal. . . 670

Séance du 29 Septembre 1898 à Montserrat :

L.-M. Vidal. — Compte-rendu de l'excursion de Gerona à Olot et à San-Juan de las Abadesas, les 25, 26, 27 septembre 1898 (*1 fig. dans le texte*). 674
Stuart-Menteath. — Observations sur la région volcanique d'Olot. 679
J. Almera. — Compte-rendu de l'excursion du 28 septembre à Sans et à Montjuich (*2 fig. dans le texte*). 680
Id. — Compte-rendu de l'excursion du jeudi 29 septembre à Olesa, la Puda et à Montserrat (*1 carte et 6 fig. dans le texte*). . 690
Ch. Depéret, G. Dollfus, L. Carez, L.-M. Vidal, A. Gaudry, J. Almera et Stuart-Menteath. — Observations. 710
Ch. Depéret. — Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf (*1 fig. dans le texte*). 713

Séance du 3 Octobre 1898 à Barcelone :

L.-M. Vidal. — Compte-rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de sel de Cardona (Pl. XIII-XIV). 725
Depéret, Dollfus, Bergeron, etc. — Observations 731
J. Almera. — Compte-rendu de l'excursion du samedi 1er octobre à Montcada et à Sardanyola (*2 fig. dans le texte*) 732
Id. — Compte-rendu des excursions du dimanche 2 octobre à Gracia et le Coll (Horta) et du lundi 3 octobre à Vallcarca, au Tibidabo et à Esplugas (*1 carte et 3 fig. dans le texte*) 742
J. Bergeron et L. Carez. — Observations 764
Stuart-Menteath. — Sur deux points de la tectonique des Pyrénées . . . 764

Séance du 7 Octobre 1898 à Vilafranca :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Stubbs 766
J. Almera. — Compte-rendu de l'excursion du mardi 4 octobre à Castellbisbal et à Papiol (*4 fig. dans le texte*) 766
Id. — Compte-rendu de l'excursion du mercredi 5 octobre à Gava, Bruguès, Begas et Vallirana (*6 fig. dans le texte*). 789
Id. — Compte-rendu de l'excursion du jeudi 6 octobre à Castelldefels et Costas de Garraf (*2 fig. dans le texte*). 801
Id. — Compte-rendu de l'excursion du vendredi 7 octobre aux environs de Vilanova et de Vilafranca (*2 fig. dans le texte*) . . 812
L. Carez, J. Bergeron et G. Dollfus. — Observations. 822
Stuart-Menteath. — Sur les limites de la dolomie de Barcelone 824
Kilian. — Sur les Céphalopodes du Crétacé inférieur des environs de Barcelone. 825
A. Bofill. — Sur le Trias à Cératites et l'Eocène inférieur de la gare d'Olesa (Barcelone) (*1 fig. dans le texte*) 826
Ch. Barrois. — Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone 829
R. Adan de Yarza. — Les roches éruptives de la province de Barcelone. . 831

Séance du 9 Octobre 1898 à Barcelone :

J. Almera. — Compte-rendu de l'excursion du samedi 8 octobre à Castellvi de la Marca, au vallon de San-Pau-d'Ordal et à San-Sadurni de Noya (*1 fig. dans le texte*). 840
Stuart-Menteath. — Sur la dolomie de Catalogne et des Pyrénées 852
Ch. Depéret. — Observations sur les terrains néogènes de la région de Barcelone 853
L. Carez. — Observations 858
L.-M. Vidal. — Sur le Crétacé supérieur de la vallée de la Muga (province de Gerona) (*2 fig. dans le texte*). 859
Carez, Depéret et Vidal. — Observations 863
Calderon. — Sur l'existence en Espagne du terrain infraliasique (*2 fig. dans le texte*) 864
J. Bergeron. — Remerciements. 866
Id. — Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc). 867
G.-F. Dollfus. — Relation entre la géologie et l'hydrographie en Catalogne (*1 carte et 1 fig. dans le texte*). 876
L.-M. Vidal. — Compte-rendu des excursions dans la province de Lérida (*7 fig. dans le texte*). 884
Stuart-Menteath. — Observations. 900
Table des matières du tome XXVI. 901
Errata. 936

FIN DE LA TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-SIXIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1898

A

ADAN DE YARZA (Ramon). Les roches éruptives de la province de Barcelone, 831.

AGUILERA (J.-G.). Essai d'une évolution continentale du Mexique, 512.

Algérie. Note sur l'existence du Trias gypseux dans la province d'Oran (—), par M. L. Gentil, 457. — La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le Crétacé d'—, par M. Peron, 500. — Sur l'existence probable du Trias gypso-salin dans le Sud de la province de Constantine (—), par M. J. Blayac, 578.

Allocutions présidentielles. 7, 287, 331, 384, 488, 665.

Allocutions. Thos y Codina, 666. — J. Almera, 667.

Alluvions. Note sur les — anciennes de l'Embrunais, par M. D. Martin, 573.

ALMERA (J.). Allocution, 667. — Programme des excursions proposé par M. — et M. L. Vidal, 670. — Compte rendu de l'excursion du 28 septembre à Sans et à Montjuich, 680. — Compte rendu de l'excursion du 29 septembre à Olesa, La Puda et à Montserrat, 690. — Observations, 712. — Compte rendu de l'excursion du samedi 1er octobre à Montcada et à Sardanyola, 732. — Compte rendu des excursions du 2 octobre à Gracia et Le Coll (Horta) et du lundi 3 octobre à Vallcarca, Tibidabo et Esplugas, 742. — Compte rendu de l'excursion du mardi 4 octobre à Castellbisbal et à Papiol, 766. — Compte rendu de l'excursion du mercredi 5 octobre à Gava, Bruguès et Vallirana, 789. — Compte rendu de l'excursion du jeudi 6 octobre à Castelldefels et Costas de Garraf, 801. — Compte rendu de l'excursion du vendredi 7 octobre aux environs de Vilanova et de Vilafranca, 812. — Compte rendu de l'excursion du samedi 8 octobre à Castellvi de la Marca, au vallon de San-Pau d'Ordal et à San-Sadurni de Noya, 840.

Alpes. Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des — françaises, par MM. W. Kilian et P. Termier, 357. — Note sur l'altitude primitive des — dauphinoises, par M. Fr. Arnaud, 389. — Observations à propos de la discussion sur l'altitude primitive des — dauphinoises, par M. Fr. Arnaud, 544.

Alpins (Cailloutis). Quel est l'agent du transport des — dans le Pliocène supérieur de la Dombes et de la Bresse, par M. Boistel, 57. — Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du Pliocène de la Bresse, par M. Tardy, 195. — Sur l'origine des — pliocènes alpins de la partie méridionale de la Bresse, par M. Ch. Depéret, 422.

Ameghino (F.). Sur l'évolution des dents des Mammifères, 497.

Anastasiu (V.). Sur le Crétacé de la Dobrogea, 192.

Anciens (Terrains). Remarques sur la géologie des terrains — du Plateau central de la France, par M. G. Mouret, 601.

Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf, par M. Ch. Depéret, 713.

Argelès. Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires paléozoïques des environs de Pierrefitte et d'— (Hautes-Pyrénées), par M. A. Bresson, 653.

Argentifères. Les filons — de Pachuca (Mexique), par M. Ez. Ordoñez, 244.

Arnaud (Fr.). Note sur l'altitude primitive des Alpes dauphinoises, 389. — Observations à propos de la discussion sur l'altitude primitive des Alpes dauphinoises, 544.

B

Barcelone. Résumé des observations faites à la Réunion extraordinaire de — dans les terrains primaires et secondaires, par MM. Bergeron et Carez, 542 — Réunion extraordinaire à — (Espagne), 661. — Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de — et étude de la faune oligocène de Calaf, par M. Ch. Depéret, 713. — Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de — (Espagne), par M. Ch. Barrois, 829 — Les roches éruptives de la province de —, par M. Adan de Yarza (Ramon), 831.—Observations sur les terrains néogènes de la région de —, par M. Ch. Depéret, 853. — Note sur les terrains paléozoïques des environs de — et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Hérault), par M. J. Bergeron, 867.

Barrémien. Sur la présence du faciès vaseux du — en Catalogne, par M. W. Kilian, 981.

Barrois (Ch.). Allocution présidentielle, 7, 287. — Sur les Spongiaires de la craie du Nord-Est du Bassin de Paris, 327. — Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne), 829.

Basse-Provence. Observations sur quelques points de la géologie du Caucase et de la —, par M. E. Fournier, 372.

Basses-Pyrénées. Sur les conglomérats ophitiques des —, par M. Stuart-Menteath, 397.

Bathonien. Etude sur les ovicelles des Bryozoaires du Bathonien d'Occaignes (Orne), par M. Canu, 259.

Begas. Compte rendu de l'excursion à Gava, Bruguès, — et Vallirana, par M. J. Almera, 789.

Bergeron (J.). Allocution présidentielle, 7. — Allocution au sujet du legs fait à la Société par Mme Fontannes, 331. — Etude du versant méridional de la Montagne Noire, 472. — Observations, 487. — Allocution, 488. — Résumé des observations faites à la Réunion extraordinaire de Barcelone dans les terrains primaires, 542. — Allocution à la Session extraordinaire de 1898, 665. — Observations, 730, 731. — Observations sur les calcaires paléozoïques de Montcada, 763, 764. — Remerciements, 866. — Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Hérault), 867.

Bergeron (J.) (et Goldberg). Cristallisation dans un courant liquide, 487.

Bernard (F.). Présentation de notes, 55.

Bertrand (M.). Observations à propos des notes de M. E. Fournier, 48. — Réponse aux observations de M. —, par M. E. Fournier, 81. — Observations, 103, 121. — Sur deux faits intéressants dans la coupe d'une galerie de mines de Valdonne, 158. — Observations, 600. — La nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le bassin houiller de Silésie, 632.

Bigot. Les collections de M. le Professeur Marsh, 45.

Bigot (A.) (et D.-P. Œhlert). Note sur le massif silurien d'Hesloup, 82.

BLAYAC (J.). Sur l'existence probable du Trias gypso-salin dans le Sud de la province de Constantine, 578.

BLEICHER. Remerciements, 8.

BOFILL (Arthur). Sur le Trias à Cératites et l'Eocène inférieur de la gare d'Olesa (Barcelone), 826.

BOISTEL. Nouvelles observations sur la bordure tertiaire du Jura à l'ouest du Bugey, 11 — Quel est l'agent du transport des cailloutis alpins dans le Pliocène supérieur de la Dombes et de la Bresse, 57. — Observations, 80, 81. — Observations à la note de M. — sur les cailloutis alpins du Pliocène de la Bresse, par M. Tardy, 195. — Observations, 196, 424.

BOULE (M.). Observations, 79. — Présentation d'ouvrage, 385. — Observations, 612.

Bourboule (La) Sur les tufs à quartz cristallisé des environs de —, par M. R. Bréon, 455.

BOURGEAT. Sur quelques phénomènes de glissement dans le Jura, 447.

BRÉON (R.). Sur les tufs à quartz cristallisé des environs de la Bourboule, 455.

Bresse. Quel est l'agent du transport des cailloutis alpins dans le Pliocène supérieur de la Dombes et de la —, par M. Boistel, 57. — Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du Pliocène de la —, par M. Tardy, 195. — Sur l'origine des cailloutis pliocènes alpins de la partie méridionale de la —, par M. Ch. Depéret, 422.

BRESSON (A.). Observations sur la structure du massif de Saint-Julien, près Marseille, 340. — Observations, 427. — Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires paléozoïques des environs de Pierrefitte et d'Argelès (Hautes-Pyrénées), 653.

Briançonnais. Contribution à l'étude des microdiorites du —, par MM. W. Kilian et P. Termier, 348.

BRIVES. Présentation d'ouvrages, 44.

BROECK (VAN DEN). Conférence sur les principales questions de géologie appliquée à l'ordre du jour en Belgique, 586.

Bruguès. Compte rendu de l'excursion à Gava, —, Begas et Vallirana, par M. J. Almera, 789.

Bryozoaires. Etude sur les ovicelles des — du Bathonien d'Occaignes (Orne), par M. Canu, 259.

Bugey. Nouvelles observations sur la bordure tertiaire du Jura à l'ouest du —, par M. Boistel, 11.

C

CALA Y SANCHEZ (M.). Présentation d'ouvrage, 330.

Calaf. Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de —, par M. Ch. Depéret, 713.

Calcaires. Sur l'âge et les relations de quelques — paléozoïques des environs de Pierrefitte et d'Argelès (Hautes-Pyrénées), par M. A. Bresson, 653.

CALDERON. Sur l'existence de l'Infralias en Espagne, 864.

CANU. Etude sur les ovicelles des Bryozoaires du Bathonien d'Occaignes (Orne), 259.

CAPELLINI. Présentation d'ouvrage, 419.

Cardona. Compte rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de sel de —, par M. L.-M Vidal, 725.

CAREZ. Observations à une note de M. —, par M. de Grossouvre, 43. — Observations, 43. — Résumé des observations faites à la Réunion extraordinaire de Barcelone dans les terrains secondaires, 542. — Observations, 710. — Observation sur le gisement de sel de Cardona, 728. — Observation, 764. — Observations sur l'excursion de Castellvi, 858. — Observations, 863.

Castellbisbal. Compte rendu de l'excursion à — et à Papiol, par M. J. Almera, 766.

Castelldefels. Compte rendu de l'excursion à — et Costas de Garraf, par M. J. Almera, 801.

Castellvi de la Marca. Compte rendu de l'excursion à —, au vallon de San Pau d'Ordal et à San-Sadurni de Noya, par M. J. Almera, 840. — Observations sur l'excursion de —, par M. L. Carez, 858.

Catalogne. Sur la présence du faciès vaseux du Barrémien en —, par M. W. Kilian, 581. — Sur la dolomie de — et des Pyrénées, par M. Stuart-Menteath, 852. — Relation entre la géologie et l'hydrographie en —, par M. G. Dollfus, 876.

Caucase. Observations sur l'excursion au —, par M. E. Fournier, 43. — Observations sur quelques points de la géologie du — et de la Basse-Provence, par M. E. Fournier, 372.

Cératites. Sur le Trias à — et sur l'Eocène inférieur de la gare d'Olesa (Barcelone), par M. Arthur Bofill, 826.

Cernay. Note sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine et particulièrement sur ses découvertes à —, par M. A. Gaudry, 300.

Charriage. La nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de — et rapprochement avec le bassin houiller de Silésie, par M. M. Bertrand, 632.

Chaux. Sur l'élimination de la — par métasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux, par M. P. Termier, 165.

Clypéastres. Sur les sables à — des environs des pyramides de Ghizeh, par M. R. Fourtau, 39. — Note complémentaire de la précédente, par M. R. Fourtau, 581.

Commission de Comptabilité. Rapport de la —, par M. Douvillé, 564.

Composition du Bureau, 6.

Conférences. Sur l'alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France, par M. Gosselet, 541. — Sur les principales questions de géologie appliquée à l'ordre du jour en Belgique, par M. Van den Broeck, 586.

Conglomérats ophitiques. Sur les — des Basses-Pyrénées, par M. Stuart-Menteath, 397.

Constantine. Sur l'existence probable du Trias gypso-salin dans le Sud de la province de —, par M. J. Blayac, 578.

Corbières. Note sur l'existence de l'étage de Rognac dans les — orientales, par M. L. Doncieux, 159.

Cossmann. Présentation d'ouvrage, 44.

Craie. Sur les Spongiaires de la — du Nord Est du bassin de Paris, par M. Ch. Barrois, 327.

Crétacé. Contribution à l'étude du — des environs de Rucar et de Podu Dimbovitzei (Roumanie), par M. V. Popovici-Hatzeg, 125. — Sur le — inférieur du Dévoluy et des régions voisines, par M. P. Lory, 132. — Sur le — de la Dobrogea, par M. V. Anastasiu, 192. — Sur des Pycnodontes et des Squales du — supérieur du bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229. — La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le — d'Algérie, par M. Peron, 500. — Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin — de Fuveau, par M. E. Fournier, 613 — Sur le — supérieur de la vallée de La Muga (province de Gérona), par M. L.-M. Vidal, 859.

Cristallisation. — dans un milieu liquide, par MM. J. Bergeron et Goldberg, 487.

D

Dents. Sur l'évolution des — des Mammifères, par M. F. Ameghino, 497.

Depéret (Ch.) Présentation d'ouvrage, 286. — Observations, 421. — Sur l'origine des cailloutis pliocènes alpins de la partie méridionale de la Bresse, 422. M. — est élu membre correspondant de l'Institut. Félicitations du Président, 539. — Observations, 710-711. — Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf, 713. — Observations, 730. — Observations sur les terrains néogènes de la région de Barcelone, 853. — Observations, 863.

Desmoceras. Observations relatives à la note de M. Ch. Sarasin ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, — et *Puzosia*, par M. W. Kilian, 129.

Dévoluy. Sur le Crétacé inférieur du — et des régions voisines, par M. P. Lory, 132. — Tectonique de la région —Bauchaine-Céüze, par M. P. Lory, 335.

Diagramme. Sur un nouveau mode de coordination des — représentant les magmas des roches éruptives, par M. A. Michel-Lévy, 311.

Djurjura. Sur les grès rouges du —, par M. Ficheur, 427.

Dobrogea. Sur le Crétacé de la —, par M. V. Anastasiu, 192.

Dollfus (G.). Sur la géologie de l'Orléanais (Réponse à M. de Grossouvre), 9. — Présentation d'ouvrage, 139. — Notice nécrologique sur G. Berthelin, 333. — Présentation d'ouvrage, 540. — Observations, 543. — Présentation d'ouvrage, 562. — Observations, 600, 710, 711, 730, 731. — Relation entre la géologie et l'hydrographie en Catalogne, 876.

Dolomie. Sur la — de Catalogne et des Pyrénées, par M. Stuart-Menteath, 852.

Dombes. Quel est l'agent de transport des cailloutis alpins dans le Pliocène supérieur de la — et de la Bresse, par M. Boistel, 57.

Doncieux (L.). Note sur l'extension de l'étage de Rognac dans les Corbières orientales, 159.

Douvillé (H.). Etudes sur les Rudistes (suite), 140. — Sur quelques fossiles du Pérou, 386. — Sur les couches à Rudistes du Texas, 387. — Rapport de la Commission de Comptabilité, 564. — Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama, 587.

Dryopithèque. Une mâchoire de —, par M. Ed. Harlé, 377.

Ecorce terrestre. Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'— en relation avec les épanchements volcaniques, par M. A. Michel-Lévy, 105.

Effondrements. Sur la coordination et la répartition des fractures et des — de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques, par M. A. Michel-Lévy, 105.

E

Elections. 5.

Embrunais. Note sur les alluvions anciennes de l'—, par M. D. Martin, 573.

Eocène. Sur le Trias à *Cératites* et l'— inférieur de la gare d'Olesa (Barcelone), par M. Arthur Bofill, 826.

Espagne. Réunion extraordinaire à Barcelone (—), 661. — Sur l'existence de l'Infralias en —, par M. Calderon, 864.

Esplugas. Compte rendu des excursions à Gracia, Le Coll (Horta), Vallcarca, Tibidabo et —, par J. Almera, 742.

Esterel. Stratigraphie du Permien dans la région des Maures et de l'—, par M. Ph. Zürcher, 426.

Etoile (*L'*). Sur le Jurassique de la chaîne de la Nerthe et de —, par M. J. Repelin, 517.

Excursions. Programme des — proposé par M. le chanoine Almera et M. L.-M. Vidal, 670. — Compte rendu de l'— de Gerona à Olot et à San Juan de las Abadesas, par M. L.-M. Vidal, 674. — Compte rendu de l'— à Sans et à Monjuich, par M. J. Almera, 680. — Compte rendu de l'— à Olesa, La Puda et à Montserrat, par M. J. Almera, 690. — Compte rendu de l'— au gisement de sel de Cardona, par M. L.-M. Vidal, 725. — Compte rendu de l'— à Montcada et à Sardanyola, par M. J. Almera, 732. — Compte rendu des — à Gracia et le Coll (Horta), Vallcarca, Tibidabo et Esplugas, par J. Almera, 742 — Compte rendu de l'— à Castellbisbal et à Papiol, par M. J. Almera, 766. — Compte rendu de l'— à Gava, Bruguès, Begas et Vallirana, par M. J. Almera, 789 — Compte rendu de l'— à Castelldefels et Costas de Garraf, par J. Almera, 801. — Compte rendu de l'— aux environs de Vilanova et de Vilafranca, par M. J. Almera, 812. — Compte rendu des — dans la province de Lérida, par M. L.-M. Vidal, 884.

F

Faciès. Sur la présence du — vaseux du Barrémien en Catalogne, par M. W. Kilian, 581.

Ficheur. Sur les grès rouges du Djurjura, 427. — Présentation d'ouvrages, 539.

Filons. Les — argentifères de Pachuca (Mexique), par M. Ez. Ordoñez, 244.

Fliche. Présentation d'ouvrage, 540.

Fournier (E.) Observations sur l'excursion au Caucase, 43. — Observations à propos des notes de M. —, par M. M. Bertrand, 48. — Réponse aux observations de M. M. Bertrand, 81. — Observations, 164. — Observations sur quelques points de la géo-

logie du Caucase et de la Basse-Provence, 372. — Etude sur la tectonique des massifs de Marseilleveyre et de la Tête Puget, 431. — Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin crétacé de Fuveau, 613. — Observations, 659.

FOURTAU (R.). Sur les sables à *Clypéastres* des environs des Pyramides de Ghizeh, 39. — Présentation d'ouvrage, 491. — Sur les dépôts nilotiques, 545. — Note complémentaire sur les sables à *Clypéastres* des environs des Pyramides de Ghizeh, 581.

Fractures. Sur la coordination et la répartition des — et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques, par M. A. Michel-Lévy, 105.

FROSSARD. Présentation d'ouvrage, 195.

Fuveau. Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin crétacé de —, par M. E. Fournier, 613.

G

Garonne. Age de la plaine de la — en amont et en aval de Toulouse, par M. Ed. Harlé, 413. — *Porc-épic* quaternaire de Montsaunès (Haute—), par M. Ed. Harlé, 532.

Garraf (*Costas de*). Compte rendu de l'excursisn à Castellsdefels et —, par M. J. Almera, 801.

GAUDRY (A.). Note sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine et particulièrement sur ses découvertes à Cernay, 300. — Sur un vœu du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg, 420. — Observations, 492. — Communication sur l'enseignement de la géologie, 669.

Gava. Compte rendu de l'excursion à —, Bruguès, Begas et Vallirana, par M. J. Almera, 789.

Géologie. Relation entre la — et l'hydrographie en Catalogne, par M. G. Dollfus, 876.

Gerona. Compte rendu de l'excursion de — à Olot et à San-Juan de las Abadesas, par M. L.-M. Vidal, 674.

GENTIL (L.). Note sur l'existence du Trias gypseux dans la province d'Oran (Algérie), 457.

Gerona (Prov. de). Sur le Crétacé supérieur de la vallée de la Muga (—), par M. L.-M. Vidal, 859.

Ghizeh (*Pyramides de*). Sur les sables à *Clypéastres* des environs des —, par M. R. Fourtau, 39. — Note complémentaire de la précédente, par M. R. Fourtau, 581.

GLANGEAUD (Ph.). Présentation d'ouvrage, 139. — Observations, 228. — Présentation d'ouvrage, 286. — Remerciements, 299.

Glissement. Sur quelques phénomènes de — dans le Jura, par M. l'abbé Bourgeat, 447.

GOLDBERG (et J. BERGERON). Cristallisation dans un milieu liquide, 487.

GOSSELET. Conférence sur l'alimentation en eaux des villes et des industries du Nord de la France, 541.

Gracia. Compte rendu des excursions à —, Le Coll (Horta), Vallcarca, Tibidabo et Esplugas, par M. J. Almera, 742.

Granite. Sur le — de Loucrup, par M. Stuart-Menteath, 37.

GROSSOUVRE (DE). Sur la géologie de l'Orléanais (Réponse à M. —), par M. G. Dollfus, 9. — Observations à une note de M. Carez sur la roche du Picou de Freychenet, 43.

GUÉBHARD. Présentation d'ouvrage, 104.

H

HARLÉ (Ed.) Une mâchoire de Dryopithèque, 377. — Age de la plaine de la Garonne en amont et en aval de Toulouse, 413. — *Porc-épic* quaternaire de Montsaunès (Haute-Garonne), 532.

HAUG (E.). Observations, 80. — Portlandien, Tithonique et Volgien, 197. — Observations au mémoire de M. — sur le Portlandien, le Tithonique et le Volgien, par M. W. Kilian, 429. — Présentation d'ouvrage, 492. — Observations, 563.

Hesloup. Note sur le massif silurien d' —, par MM. D.-P. Œhlert et A. Bigot, 82.

Hippurites. Sur l'évolution des —, par M. Toucas, 570.

Hoplites. Observations relatives à la note de M Ch. Sarasin ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres —, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia*, par M. W. Kilian, 129. — A propos du genre —, par M. Ch. Sarasin, 534. — Sur la découverte de — *Euthymi* dans le Jura suisse, 580.

Houiller. La nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le bassin — de Silésie, par M. M. Bertrand, 632.

HOVELACQUE (M.). Allocution prononcée sur la tombe de — par M. Emm. de Margerie, 384. — Quelques mots sur —, par M. Kilian, 385.

I

Ichthyologique. Sur la faune — des assises montiennes du bassin de Paris et en particulier sur *Pseudolates Heberti* Gervais sp., par M. F. Priem, 399.

Infralias. Sur l'existence de l'— en Espagne, 864.

J

JANET (L.). Remerciements, 8.

JOLY. Présentation d'ouvrage, 55.

Jura. Nouvelles observations sur la bordure tertiaire du — à l'ouest du Bugey, par M Boistel, 11. — Sur quelques phénomènes de glissement dans le —, par M. l'abbé Bourgeat, 447. — Sur la présence de *Hoplites Euthymi* dans le — suisse, 580.

Jurassique. Nouvelles observations sur le — supérieur de Rucar (Roumanie), par M. V. Popovici-Hatzeg, 122. — Sur le — de la chaîne de la Nerthe et de l'Etoile, par M. J. Repelin, 517.

K

KILIAN (W.). Sur une mâchoire de *Lophiodon* découverte à Saint-Laurent-du-Pont (Isère), 42 — Observations relatives à la note de M. Ch. Sarasin ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia*, 129. — Quelques mots sur M. Hovelacque, 385. — Observations, 396. — Observations au mémoire de M. Haug sur le Portlandien, le Tithonique et le Volgien, 429. — Sur la découverte de *Hoplites Euthymi* dans le Jura suisse, 580 — Observations, 580. — Sur la présence du faciès vaseux du Barrémien en Catalogne, 581.

KILIAN (W.) (et P. TERMIER). Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais, 348. — Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises, 356.

L

LABILLE (F.). Présentation d'ouvrage, 586.

LAMBERT. Présentation d'ouvrage, 286.

LAPPARENT (A. DE). Observations, 80, 121. — Présentation d'ouvrages, 385, 492.

Lérida. — Compte rendu des excursions dans la province de — du 11 au 15 octobre, par M. L.-M. Vidal, 884.

LEMOINE (V.). Note sur les travaux scientifiques de — et particulièrement sur ses découvertes à Cernay, par M. A. Gaudry, 300.

Liste des principales publications relatives aux régions visitées par la Société, 682.

Lophiodon. Sur une mâchoire de — découverte à Saint-Laurent-du-Pont (Isère), par M. Kilian, 42.

LORY (P.). Sur le Crétacé inférieur du Dévoluy et des régions voisines, 132. — Tectonique de la région Dévoluy-Bauchaine-Céüze, 335.

Loucrup. Sur le granite de — (Hautes-Pyrénées), par M. Stuart-Menteath, 37.

M

Magmas. Sur un nouveau mode de coordination des diagrammes représentant les — des roches éruptives, par M. A. Michel-Lévy, 311.

Mammifères. Sur l'évolution des dents des —, par M. F. Ameghino, 497.

MANGIN. Rapport présenté au Conseil supérieur de l'Instruction publique, sur l'introduction de la géologie dans le programme de l'enseignement secondaire, 493.

MARGERIE (E. DE). Allocution prononcée sur la tombe de M. Hovelacque, 384.

Marseille. La nappe de recouvrement des environs de —. Lame de charriage et rapprochement avec le bassin houiller de Silésie, par M. M. Bertrand, 632.

Marseilleveyre. Etudes sur la tectonique des massifs de — et de la Tête Puget, par M. E. Fournier, 431.

MARSH. Les collections de M. le Professeur —, par M. Bigot, 45.

Marsupites. La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à — *ornatus* dans le Crétacé d'Algérie, par M. Peron, 500.

MARTEL (E.-A.). Présentation d'ouvrages, 8.

MARTIN (D.). Présentation d'ouvrages, 563. — Note sur les alluvions anciennes de l'Embrunais, 573.

Maures. Stratigraphie du Permien dans la région des — et de l'Esterel, par M. Ch. Zürcher, 426.

Meandropsina. Note sur le genre — Munier-Chalmas, par M. C. Schlumberger, 336.

Mésozoïques (*Terrains*). Les Reptiles et les Poissons fossiles des — du Portugal, par M H.-E. Sauvage, 442.

Métasomatose. Sur l'élimination de la chaux par — dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux, par M. P. Termier, 165.

MEUNIER (St.). Présentation d'ouvrage, 419.

Mexique. Essai d'une évolution continentale du —, par M. J.-G. Aguilera, 512. — Les filons argentifères de Pachuca (—), par M. E. Ordoñez, 244.

MICHEL-LÉVY (A.). Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques (Pl. I), 105. - Sur un nouveau mode de coordination des diagrammes représentant les magmas des roches éruptives (Pl. III, IV, V, VI, VII), 311.

Microdiorites. Contribution à l'étude des — du Briançonnais, par MM. W. Kilian et P. Termier, 348.

Montagne Noire. Etude du versant méridional de la —, par M. J. Bergeron, 472. — Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la — (Hérault), par M J. Bergeron, 867.

Montcada. Compte rendu de l'excursion à — et à Sardanyola, par M. J. Almera, 732. — Observations sur les calcaires paléozoïques de —, par M. J. Bergeron, 763, 764.

Montien. Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du Bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229. — Sur la faune ichthyologique des assises —nes du Bassin de Paris et en particulier sur *Pseudolates Heberti* Gervais sp., par M. F. Priem, 399.

Montjuich. Compte rendu de l'excursion du 28 septembre à Sans et à —, par M. J. Almera, 680.

Montsaunès. Porc-épic quaternaire de — (Haute-Garonne), par M. Ed. Harlé, 532.

Montserrat. Compte rendu de l'excursion à Olesa, La Puda et à —, par M. J. Almera, 690.

MOURET (G.). Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau central de la France (Pl. XII), 601.

Muga (Vallée de la). Sur le Crétacé supérieur de la — (prov. de Gerona), par M. L.-M. Vidal, 859.

MUNIER-CHALMAS. Observations, 10, 421.

N

Navarre. Sur les ophites de la —, par M. Stuart-Menteath, 35.

Néogène. Observations sur les terrains —, par M. Ch. Depéret, 853.

Nerthe (*La*). Sur le Jurassique de la chaîne de la — et de l'Etoile, par M. J. Repelin, 517.

Nilotiques (*Dépôts*). Sur les —, par M. R. Fourtau, 545.

Nivollet-Revard. Note sur la structure de la chaîne —, par MM. J. Révil et J. Vivien, 365.

Notices nécrologiques. Note sur les travaux scientifiques de Victor Lemoine et particulièrement sur ses découvertes à Cernay, par M. A. Gaudry, 300. — Notice nécrologique sur G. Berthelin, par M. G. Dollfus, 333.

Nummulitique. Aperçu général sur la bordure — du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf, par M. Ch. Depéret, 713.

O

Occaignes. Etude sur les ovicelles des Bryozoaires du Bathonien d'— (Orne), par M. Canu, 259.

Œhlert (D.-P.) (et A. Bigot). Note sur le massif silurien d'Hesloup, 82.

Olesa. Compte rendu de l'excursion du 29 septembre à —, La Puda et à Montserrat, par M. J. Almera, 690. — Sur le Trias à *Cératites* et sur l'Eocène inférieur de la gare d'— (Barcelone), par M. Arthur Bofill, 826.

Oligocène. Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune — de Calaf, par M. Ch. Depéret, 713.

Olot. Compte rendu de l'excursion de Gerona à — et San-Juan de las Abadesas, par M. L.-M. Vidal, 674. — Observations sur les régions volcaniques d'—, par M. Stuart-Menteath, 679.

Ophites. Sur les — de la Navarre, par M. Stuart-Menteath, 35.

Oran. Note sur l'existence du Trias gypseux dans la province d'— (Algérie), par M. L. Gentil, 457.

Ordoñez (Ez.). Les filons argentifères de Pachuca (Mexique), 244.

Orléanais. Sur la géologie de l'— (Réponse à M. de Grossouvre), par M. G. Dollfus, 9.

Ovicelles. Etude sur les — des Bryozoaires du Bathonien d'Occaignes (Orne), par M. Canu, 259.

P

Pachuca. Les filons argentifères de — (Mexique), par M. Ez. Ordoñez, 244.

Paléozoïques. Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires — des environs de Pierrefitte et d'Argelès (Hautes-Pyrénées), par M. A. Bresson, 653. — Observation sur les calcaires — de Montcada, par M. J. Bergeron, 763, 764. — Note sur les terrains — des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Hérault), par M. J. Bergeron, 867.

Panama. Communication préliminaire relativement aux observations faites dans une mission récemment accomplie dans l'Isthme de —, par M. Ph. Zürcher, 425. — Sur l'âge des couches traversées par le Canal de —, par M. H. Douvillé, 587.

Papiol. Compte rendu de l'excursion à Castellbisbal et à —, par M. J. Almera, 766.

Paris (Bassin de). Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du — (Turonien, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229. — Sur les Spongiaires de la Craie du Nord-Est du —, par M. Ch. Barrois, 327. — Sur la faune ichthyologique des assises montiennes du — et en particulier sur *Pseudolates Heberti* Gervais sp., par M. F. Priem, 399.

Pelvoux. Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du —, par M. P. Termier, 165.

Permien. Stratigraphie du — dans la région des Maures et de l'Esterel, par M. Ph. Zürcher, 427.

Peron. La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le Crétacé de l'Algérie, 500. — Présentation d'ouvrage, 541.

Pérou. Sur quelques fossiles du —, par M. H. Douvillé, 386.

Pétrographiques. Note sur divers types — et sur le gisement de quelques roches des Alpes françaises, par MM. W. Kilian et P. Termier, 357.

Picou de Freychenet. Observations à une note de M. Carez sur le —, par M. de Grossouvre, 43.

Pierrefitte. Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires paléozoïques des environs de — et d'Argelès (Hautes-Pyrénées), par M. A. Bresson, 653.

Placenticeras. La zone à — *Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le Crétacé de l'Algérie, par M. Peron, 500.

Plateau central. Remarques sur la géologie des terrains anciens du — de la France, par M. G. Mouret, 601.

Pliocène. Quel est l'agent du transport des cailloutis alpins dans le — supérieur de la Dombes et de la Bresse, par M. Boistel, 57. — Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du — de la Bresse, par M. Tardy, 195. — Sur l'origine des cailloutis — alpins de la partie méridionale de la Bresse, par M. Ch. Depéret, 422.

Poissons. Les Reptiles et les — fossiles des terrains mésozoïques du Portugal, par M. H.-E. Sauvage, 442.

Popovici-Hatzeg (V.). Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de Rucar (Roumanie), 122. — Contribution à l'étude du Crétacé des environs de Rucar et de Podu-Dimbovitzei (Roumanie), 125.

Porc-épic. — quaternaire de Montsaunès (Haute-Garonne), par M. Ed. Harlé, 532.

Portlandien. — Tithonique et Volgien, par M. E. Haug, 197. — Observations au mémoire de M. Haug sur le —, le Tithonique et le Volgien, par M. W. Kilian, 429.

Portugal. Les Reptiles et les Poissons fossiles des terrains mésozoïques du —, par M. H.-E. Sauvage, 442.

Priem (F.). Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du Bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur) (Pl. II), 229. — Sur la faune ichthyologique des assises montiennes du Bassin de Paris et en particulier sur *Pseudolates Heberti* Gervais sp. (Pl. X et XI), 399.

Primaire. Résumé des observations faites à la Réunion extraordinaire de Barcelone dans les terrains —s, par M. J. Bergeron, 542.

Programme des excursions proposé par M. le chanoine Almera et M. L.-M. Vidal, 670.

Pseudolates Heberti. Sur la faune ichthyologique des assises montiennes du Bassin de Paris et en particulier sur — Gervais sp., par M. F. Priem, 399.

Publications. Liste des principales — relatives aux régions visitées par la Société, 662.

Puda (La). Compte rendu de l'excursion à Olesa, — et à Montserrat, par M. J. Almera, 690.

Puzosia. Quelques observations relatives à la note de M. Ch. Sarasin, ayant pour titre : *Hoplites, Sonneratia, Desmoceras* et —, par M. W. Kilian, 129.

Pycnodontes. Sur des — et des Squales du Crétacé supérieur du Bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229.

Pyrénées. Sur le sens du refoulement dans les —, par M. Stuart-Menteath, 46. — Sur la tectonique des —, par M. Stuart-Menteath, 453. — Progrès de la géologie des —, par M. Stuart-Menteath, 537. — Sur la tectonique des — par M. Stuart-Menteath, 682. — Sur l'âge et les relations stratigraphiques de quelques calcaires paléozoïques des environs de Pierrefitte et d'Argelès (Hautes- —), par M. A. Bresson, 653. — Sur deux points de la tectonique des —, par M. Stuart-Menteath, 764. — Sur la dolomie de Catalogne et des —, par M. Stuart-Menteath, 852.

Q

Quartz. Sur les tufs à — cristallisé des environs de la Bourboule, par M. R. Bréon, 455.

R

Ramond (G.). Présentation d'ouvrages, 8, 540.

Raveneau (L.). Présentation d'ouvrage, 563.

Recouvrement. La nappe de — des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le Bassin houiller de Silésie, par M. M. Bertrand, 632.

Repelin (J.). Sur le Jurassique de la chaîne de la Nerthe et de l'Étoile, 517.

Reptiles. Les — et les Poissons fossiles des terrains mésozoïques du Portugal, par M. H.-E. Sauvage, 442.

Réunion. — extraordinaire à Barcelone (Espagne), 661.

Revil (J.) (et J. Vivien). Note sur la structure de la chaîne Nivollet-Revard, 365.

RIAZ (DE). Présentation d'ouvrage, 421.

Roches éruptives. Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les — basiques de la région du Pelvoux, par M. P. Termier, 165. — Sur un nouveau mode de coordination des diagrammes représentant les magmas des —, par M. A. Michel-Lévy, 311. — Note sur deux types pétrographiques et sur le gisement de quelques — des Alpes françaises, par MM. W. Kilian et P. Termier, 357. — Les — de la province de Barcelone, par M. Adan de Yarza (Ramon), 831.

Rognac. Note sur l'extension de l'étage de — dans les Corbières orientales, par M. L. Doncieux, 159.

ROMAN (F.). Présentation d'ouvrage, 421.

Roumanie. Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de Rucar (—), par M. V. Popovici-Hatzeg, 122. — Contribution à l'étude du Crétacé des environs de Rucar et de Podu Dimbovitzei (—), par M. V. Popovici-Hatzeg, 125.

ROUVILLE (DE). Présentation d'ouvrage, 540.

Rudistes. Etudes sur les — (suite), par M. H. Douvillé, 140. — Sur les couches à — du Texas, par M. H. Douvillé, 387.

S

Saint-Julien. Observations sur la structure du massif de —, près Marseille, par M. A. Bresson, 340.

Saint-Laurent-du-Pont (Isère). Sur une mâchoire de *Lophiodon* découverte à —, par M. Kilian, 42.

San-Juan de las Abadesas. Compte rendu de l'excursion de Gerona à Olot et —, par M. L.-M. Vidal, 674.

San-Pau d'Ordal. Compte rendu de l'excursion à Castellvi de la Marca, au vallon de — et à San Sadurni de Noya, par M. J. Almera, 840.

San-Sadurni de Noya. Compte rendu de l'excursion à Castellvi de la Marca, au vallon de San Pau d'Ordal et à —, par M. J. Almera, 840.

Sans. Compte rendu de l'excursion du 28 septembre à — et à Montjuich, par M. J. Almera, 680.

SARASIN (Ch.). Observations relatives à la note de M. — ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia*, par M. W. Kilian, 129. — A propos du genre *Hoplites*, 534.

Sardanyola. Compte rendu de l'excursion du 1er octobre à Montcada et à —, par M. J. Almera, 732.

SAUVAGE (H.-E.). Les Reptiles et les Poissons fossiles des terrains mésozoïques du Portugal, 442. — Présentation d'ouvrage, 585.

SCHLUMBERGER (C.). Note sur le genre *Meandropsina* Mun.-Ch. (Pl. VIII, IX), 336.

Secondaire. Résumé des observations faites à la Réunion extraordinaire de Barcelone dans les terrains —s, par M. L. Carez, 542.

Sel. Compte rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de — de Cardona, par M. L.-M. Vidal, 725.

Sénonien. Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du Bassin de Paris (Turonien, —, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229.

Silésie. La nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le Bassin houiller de —, par M. M. Bertrand, 632.

Silurien. Note sur le massif — d'Hesloup, par MM. D.-P. Œhlert et Bigot, 82. — Nouvelles observations sur les faunes —nes des environs de Barcelone, par M. Ch. Barrois, 829.

Sonneratia. Observations relatives à la note de M. Ch. Sarasin ayant pour titre : Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, —, *Desmoceras* et *Puzosia*, par M. W. Kilian, 129.

Spongiaires. Sur les — de la craie du Nord-Est du Bassin de Paris, par M. Ch. Barrois, 327.

Squales. Sur des Pycnodontes et des — du Crétacé supérieur du Bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229.

STUART-MENTEATH. Sur les ophites de la Navarre, 35. — Sur le granite de Loucrup (Hautes-Pyrénées), 37. — Sur le sens du refoulement dans les Pyrénées, 46. — Observations, 194. — Sur les conglomérats ophitiques

des Basses-Pyrénées, 397. — Sur la tectonique des Pyrénées, 453. — Progrès de la géologie des Pyrénées, 537. — Présentation d'ouvrage, 541. — Sur la tectonique des Pyrénées, 582. — Observations sur la région volcanique d'Olot, 679. — Observations, 712, 730, 731. — Sur deux points de la tectonique des Pyrénées, 764. — Présentation d'ouvrage, 852. — Sur la dolomie de Catalogne et des Pyrénées, 852. — Observations, 900.

T

TARDY. Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du Pliocène de la Bresse, 195.

Tectonique. Etudes sur la — des massifs de Marseilleveyre et de la Tête Puget, par M. E. Fournier. 431. — Sur la — des Pyrénées, par M. Stuart-Menteath, 453, 582. — Observations sur la — de la bordure méridionale du bassin crétacé de Fuveau, par M. E. Fournier, 613. — Sur deux points de la — des Pyrénées, par M. Stuart-Menteath, 764.

TERMIER. Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux, 165.

TERMIER (P.) (et W. KILIAN). Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais, 348. — Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises, 357.

Tertiaire. Nouvelles observations sur la bordure — du Jura à l'Ouest du Bugey, par M. Boistel, 11.

Tête Puget (La). Etudes sur la tectonique des massifs de Marseilleveyre et de —, 431.

Texas. Sur les couches à Rudistes du —, par M. H. Douvillé, 387.

THOS Y CODINA. Allocution, 666.

Tibidabo. Compte rendu des excursions à Gracia, Le Coll (Horta), Vallcarca, — et Esplugas, par M. J. Almera, 742.

Tithonique Portlandien, — et Volgien, par M. E. Haug, 197. — Observations au mémoire de M. Haug sur le Portlandien, le — et le Volgien, par M. W. Kilian, 429.

TOUCAS. Sur l'évolution des Hippurites, 570.

Toulouse. Age de la plaine de la Garonne en amont et en aval de —, par M. Ed. Harlé, 413.

Trias. Note sur l'existence du — gypseux dans la province d'Oran (Algérie), par M. L. Gentil, 457. — Sur l'existence probable du — gypso-salin dans le sud de la province de Constantine, par M. J. Blayac, 578. — Sur le — à Cératites et sur l'Eocène inférieur de la gare d'Olesa (Barcelone), par M. A. Bofill, 826.

Tufs. Sur les — à quartz cristallisé des environs de la Bourboule, par M. R. Bréon, 455.

Turonien. Sur des Pycnodontes et des Squales du Crétacé supérieur du bassin de Paris (—, Sénonien, Montien inférieur), par M. F. Priem, 229.

V

Valdonne. Sur deux faits intéressants dans la coupe d'une galerie des mines de —, par M. M. Bertrand, 158.

Vallcarca. Compte-rendu des excursions à Gracia, Le Coll (Horta), —, Tibidabo et Esplugas, par M. J. Almera, 742.

Vallirana. Compte-rendu de l'excursion à Gava, Bruguès, Begas et —, par M. J. Almera, 789.

VIDAL (L.-M.). Programme des excursions proposé par M. le chanoine Almera et —, 670. — Compte-rendu de l'excursion à Gerona, Olot et San-Juan de las Abadesas, 674. — Compte-rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de sel de Cardona, 725. — Observation, 730. — Sur le Crétacé supérieur de la vallée de la Muga (province de Gérona), 859. — Observation, 863. — Compte-rendu des excursions dans la province de Lérida, du 11 au 15 octobre, 884.

Vilafranca. Compte-rendu de l'excursion aux environs de Vilanova et de —, par M. J. Almera, 812.

Vilanova. Compte-rendu de l'excursion aux environs de — et de Vilafranca, par M. J. Almera, 812.

VIVIEN (J.) (et J. RÉVIL). Note sur la structure de la chaîne Nivollet-Revard, 365.

Volcaniques. Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements —, par M. A. Michel-Lévy, 105.

Volgien. Portlandien, Tithonique et —, par M. E. Haug, 197. — Observations au mémoire de M. Haug, sur le Portlandien, le Tithonique et le —, par M. W. Kilian, 429.

W

WATRIN (N.). Présentation d'ouvrages, 330.

Z

ZEILLER. Présentation d'ouvrages, 332, 419.

ZITTEL (K. von). Remerciements, 8.

ZÜRCHER (Ph.) Communication préliminaire relativement aux observations faites dans une mission récemment accomplie dans l'isthme de Panama, 425. — Stratigraphie du Permien dans la région des Maures et de l'Esterel, 426.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME (1)

Ancodus Aymardi Pomel, p. 720.

Anomœodus subclavatus Agassiz sp., p. 233, Pl. II, fig. 3-4.

Berenicea Lamouroux, p. 265.

Caprina Choffati Douvillé n. sp., p. 143.

Ceriopora Goldfuss, p. 282.

» *capilliformis* Michelin, p. 284. — Chœtetes capilliformis Gregory; Heteropora capilliformis Gregory.

» *conifera* Goldfuss Lamouroux, p. 283. — Millepora conifera Lamouroux; Heteropora conifera Gregory.

» *globosa* Michelin, p. 284. — *Id.* Gregory.

» *pustulosa* Haime, p. 283. — Heteropora pustulosa Haime; *Id.* Gregory.

Cœlodus attenuatus Priem n. sp., p. 230, Pl. II, fig. 1.

» sp., p. 232, Pl. II, fig. 2.

Corax pristodontus Agassiz v. n. *plicatus*, p. 236, Pl. II, fig. 5.

Diastopora Lamx, p. 266.

» *Archiaci* Haime, p. 271, fig. 5. — Berenicea Archiaci Haime; *Id.* Gregory.

» *diluviana* Haime, p. 266, fig. 1-4. — Berenicea diluviana Lamx, Gregory; B. insignis Reuss; B. striata Reuss; B. compressa pars. Gregory; Proboscina Rigauxi Gregory.

Diastopora foliacea Lamouroux, p. 277. — *Id.* Haime, Gregory.

» *Gregoryi* Canu nom. nov., p. 276, fig. 9. — Reptomultisparsa undulata Gregory.

» *lamellosa* Michelin, p. 278. fig. 12-15. — *Id.* Haime, Gregory; Multisparsa luceana d'Orbigny.

» *Michelini* Blainville p. 277, fig. 10-11. — *Id.* Gregory; Mesenteripora Michelini Blainville; Berenicea verrucosa auct.

» *microstoma* Gregory, p. 275. — D. diluviana Milne-Edwards, d'Orbigny; Berenicea diluviana (pars.) Haime; Reptomultisparsa microstoma Gregory.

» *Reussi* Canu nom. nov., p. 273, fig. 7-8. — Berenicea diluviana Reuss.

» *undulata* Michelin, p. 274. — Berenicea microstoma Haime, Reuss; B. Portlandica Gregory; Reptomultisparsa undulata Gregory.

» *Sauvagei* Gregory, p. 272, fig. 6. — Berenicea Sauvagei Gregory.

(1) Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

Diastopora spatiosa Walford, p. 271. — Tubulipora spatiosa Walford ; Berenicea spatiosa Gregory.

» *verrucosa* M.-Edw., p. 269. — Berenicea verrucosa Reuss, Gregory ; B. diluviana Lamouroux.

Diplobune minor Filhol, p. 720.

Dryopithecus Fontani Lartet, p. 377.

Hoplites aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl., p. 535, fig. 1.

Horiopleura Lamberti ? M.-Ch., p. 147.

Hystrix p. 532, fig. 1.

Lamna serra A. Smith Woodward, p. 399, Pl. X, fig. 1-5.

Marsupites ornatus Sowerby, p. 511, fig. 1.

Meandropsina Mun.-Chalm., n. g. p. 336, Pl. VIII-IX.

» *Vidali* Schlumberger, n. sp. p. 337, Pl. VIII-IX.

Melanoïdes albigensis Noulet, var. *Dumasi* Fontannes, p. 722.

» *occitanicus* Font., p. 722.

Melanopsis Depereti Boistel n. sp., p. 507.

Oxyrhina ? sp., p. 238, Pl. II, fig. 6-8.

Palæobalistum Ponsorti Heckel, p. 401, Pl. XI, fig. 2.

Polyconites sub-Verneuili Douvillé n. sp , p. 141.

Proboscina Audouin, p. 264.

Proboscina Jacquoti Haime, p. 264.

» *spatiosa* Walf. var. *brevis*, Walford, p. 264.

Pseudocorax affinis Agassiz sp., p. 400, Pl. X, fig. 8. — Sphyrna plana Hébert.

Pseudolates Heberti Gervais sp., p. 405, Pl. X, fig. 7-8, Pl. XI, fig. 1.

Radiolites cantabricus Douv., p. 148.

Rousselia Guilhoti Douvillé n. g., n. sp., p. 151, fig. 9.

Scapanorhynchus (*Odontaspis*) *subulatus* Agassiz sp., p. 240, Pl. II, fig. 9-14.

Spiropora Lamouroux, p. 281.

» *annulosa* Michelin, p. 281, fig. 16-20. *Id.* Gregory ; Cricopora annulosa Michelin.

» *elegans* Lamouroux, p. 281. — *Id.* Gregory.

Stomatopora Bronn., p. 262.

dichotoma Lamx, p. 262. — Alectodichotoma Lamouroux ; Stomatopora dichotoma Gregory.

» *dichotomoïdes* d'Orb. p. 263. — *Id.* Haime.

» *Waltoni* Haime, p. 263. — *Id.* Gregory.

Striatella Nysti Duchastel, p. 722.

Toucasia santanderensis Douv., p. 148.

Vivipara cf. *soricinensis* Noulet, p. 723.

FIN DE LA TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

		Pages
BOISTEL. —	Fig. 1. Coupe du coteau de Varambon d'après MM. Delafond et Depéret	16
	Fig. 2. Coupe suivant le bief de la Croze	18
	Fig. 3. *Melanopsis Depereti* n. sp.	29
	Fig. 4. Coupe passant par la source de Sainte-Julie et la route de Leyment à Chanves	34
	Fig. 5. Coupe passant par la source de Sainte-Julie	35
R. FOURTAU. —	Figure. Coupe au Gebel Chelloul	42
M. BERTRAND. —	Fig. 1. Coupe entre Passanaour et Ananaour	49
	Fig. 2. Coupe du col de Jean-le-Maître	52
	Fig. 2bis. Coupe VI de la note de M. Fournier sur la chaîne de l'Etoile	52
	Fig. 3. Coupe par Saint-Germain	53
	Fig. 3bis. Coupe IXbis de la note de M. Fournier sur la chaîne de l'Etoile	53
BOISTEL. —	Fig. 1. Coupe schématique des terrains pliocènes de la Bresse	59
	Fig. 2. Profil du chemin de fer entre Lyon et Châlons-sur-Saône	67
	Fig. 3. Carte des terrasses d'alluvions dans la Dombes et la Bresse méridionale	71
Dr P. OEHLERT et A. BIGOT. —	Carte géologique schématique du massif d'Hesloup	83
H. DOUVILLÉ. —	Fig. 1. Section oblique des deux valves du *Polyconites sub-Verneuili*	141
	Fig. 2, 3. Valves supérieures de *Polyconites sub-Verneuili*	142
	Fig. 4, 5. Sections de la valve supérieure de *Caprina Choffati*	144
	Fig. 6. Section naturelle d'une valve supérieure de *Caprina Choffati*	144
	Fig. 7, 8. Sections de la valve inférieure de *Caprina Choffati*	146
	Fig. 9. *Rousselia Guilhoti*, vue oblique de la partie postérieure du limbe	151
	Fig. 10. *Rousselia Guilhoti*, section montrant le détail du réseau polygonal des canaux du limbe	152
	Fig. 11. Section de la valve inférieure du même	153
L. DONCIEUX. —	Fig. 1. Coupe de la colline de Roquelongue	161
	Fig. 2. Coupe des collines de Thézan	162

CANU. — Fig. 1, 4. *Berenicea diluviana* Haime 267
Fig. 5. *Diastopora Archiaci* Haime. 272
Fig. 6. *Diastopora Sauvagei* (?) Gregory 273
Fig. 7, 8. *Diastopora Reussi* 273
Fig. 9. *Diastopora Gregoryi* 276
Fig. 10, 11. *Diastopora Michelini* Biv 278
Fig. 12, 15. *Diastopora lamellosa* Michelin 279
Fig. 16, 18. *Spiropora annulosa* Michelin 281
Fig. 19, 20. *Id.* *id.* id. 282
A. BRESSON. — Fig. 1. Coupe relevée entre les Fabres et Montespin. . . 340
Fig. 2. Coupe prise à Martelleine. 341
Fig. 3. Coupe passant par les Acates et le Canal 342
Fig. 4. Coupe prise au col de la Salette 342
Fig. 5. Coupe passant par La Massotte, Les Romans et Fontvieille. 343
Fig. 6. Coupe passant par les Olives et le château de Bras 344
Fig. 7. Coupe relevée entre les Caillols et Aquo de Botte. 345
J. RÉVIL et J. VIVIEN. — Fig. 1. Coupe du col de Pertuiset 368
Fig. 2. Coupe du Nivollet. 370
FR. ARNAUD. — Figure. Profils en long de la Durance pliocène et actuelle 395
E. FOURNIER. — Fig. 1. Coupe de la calanque du Saut du Douanier . . . 432
Fig. 2. Coupe au sud de Mougeret 433
Fig. 3. Coupe de l'extrémité du cap Croisette. 434
Fig. 4. Vue géologique de Croisette. 434
Fig. 5. Carte des environs du cap Croisette. 435
Fig. 6. Coupe de la Madrague à l'île Maire 435
Fig. 7. Coupe de l'île Maire. 436
Fig. 8. Coupe perpendiculaire au littoral 437
Fig. 9. Coupe prise un peu au nord de Sormiou 438
Fig. 10. Coupe de la calanque de Morgiou à celle de Sugitou 440
Fig. 11. Schéma tectonique de la Région de Marseilleveyre et de la Tête Puget 440
BOURGEAT. — Fig. 1. Coupe de la falaise vis-à-vis Buvilly. 448
Fig. 2. Id. au nord de Poligny. 448
Fig. 3. Id. au sud de Poligny 449
Fig. 4. Id. vis-à-vis Miery. 449
Fig. 5. Coupe de la forêt de Prénovel, vis-à-vis Combe Raillard. 450
Fig. 6. Coupe de la forêt de Prénovel vis-à-vis la Crochère 450
Fig. 7. Coupe de la forêt de Cuttura vis-à-vis Montenet. . 451
Fig. 8. Coupe de la forêt de Cuttura vis-à-vis les Moulins de Leschères 451
Fig. 9. Coupe des monts de Bienne 452
Fig. 10. Coupe de la cluse de Morez aux Rousses 452
L. GENTIL. — Fig. 1. Carte géologique de la région de Beni-Saf 461
Fig. 2. Coupe transversale de la dépression du Feïd el Ateuch et de l'Oued Lemba 463
Fig. 3. Coupe de la plâtrière de la Tafna 464
Fig. 4. Coupe de la vallée de l'Oued Malah. 464

J. Bergeron. — Fig. 1. Coupe passant par le pic de Tantajo et le Causse de Laurens 477
Fig. 2. Coupe prise près du Mas Foulquier 480
Fig. 3. Coupe allant du Caragnas au plateau du Falgairas 481
Fig. 4. Coupe allant du Pic de Bissous à la colline des Japhet 483
Fig. 5. Coupe en travers de la dépression de la vallée de l'Orb 485
Peron. — Figure. Plaque parabasale de *Marsupites ornatus* 511
Ed. Harlé. — Figure. Astragale du Porc-épic quaternaire de Montsaunès. 532
Ch. Sarasin. — Figure. *Hoplites* aff. *cryptoceras* Neum. et Uhl. 535
R. Fourtau. — Fig. 1. Coupe du lit du Nil au pont du Nag-abou-Hamadi. 546
Fig. 2. Id. au pont d'Embabeh 547
Fig. 3. Id. au nouveau pont de Benha. . 548
Fig. 4. Id. dans l'axe du pont de Talkha. 548
Fig. 5. Id. dans l'axe du pont de Dessouk 549
Fig. 6. Coupe de la vallée du Nil sur l'axe du canal d'amenée d'eau projeté au Ouady Rayan 553
Fig. 7. Carte du delta du Nil 558
D. Martin. — Fig. 1. Coupe de la terrasse d'Embrun 573
Fig. 2. Profil en long d'Embrun à Guillestre. 574
E. Fournier. — Fig. 1. Coupe des Arqueirons à l'étang de Caronte. . . . 614
Fig. 2. Coupe passant par la Folie et l'étang de Berre . . 615
Fig. 3. Schéma de la coupe relevée près de Gignac. . . . 616
Fig. 4. Coupe par le vallon de la Cloche et Taxil 617
Fig. 5. Coupe du Brusq au sentier du Jas de Rode. . . . 618
Fig. 6. Coupe par Augias et le Bar du Vallon 619
Fig. 7. Coupe relevée entre la route des Cadenaux et Sénière 620
Fig. 8. Coupe près de Septèmes. 621
Fig. 9. Discordance de la brèche danienne sur le Gault et l'Aptien 622
Fig. 10. Coupe dans la région de Sousquières. 622
Fig. 11. Coupe entre Sousquières et le Verger 623
Fig. 12. Coupe au sud de la cascade de Siège. 624
Fig. 13. Coupe schématique de la partie orientale du massif de Saint-Germain 624
Fig. 14. Coupe près des Mérentières 628
Fig. 15. Coupe schématique du lambeau de Gardanne. . . 629
M. Bertrand. — Fig. 1. Coupe théorique de la nappe renversée avant le dernier plissement. 635
Fig. 2. Coupe actuelle de la nappe renversée (au N. de la chapelle Saint-Germain) 635
Fig. 3. Coupe de la Treille au Four 637
Fig. 4. Carte schématique des affleurements de la nappe renversée 637
Fig. 5. Coupe du massif de l'Etoile 639
Fig. 6. Carte du bassin houiller de la Haute-Silésie (d'après M. Suess) 649
A. Bresson. — Fig. 1. Coupe prise à Hourquet 655

A. Bresson. — Fig. 2. Coupe du ruisseau d'Artalens à Peyre-Duffau . . 655
Fig. 3. Coupe prise à Tramassel, près des Cabanes . . . 656
Fig. 4. Coupe prise au point 1139 au sud de Saint-Pastous 657
Fig. 5. Coupe prise au pic de Gès (à l'ouest d'Argelès). . 657

Figures intercalées dans le Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de Barcelone.

L.-M. Vidal. — Fig. 1. Coupe d'Olot aux mines de San-Juan de las Abadesas 676
J. Almera. — Fig. 1. Coupe de la falaise S.-O. de Montjuich 682
Fig. 2. Falaise littorale de la colline de Montjuich 688
Fig. 3. Carte géologique au 1/500.000 de la contrée du Bas-Vallès 691
Fig. 4. Allure des couches dans le thalweg de la Llobregat entre la Puda et le Cairat 696
Fig. 5. Coupe du versant droit de la Llobregat 698
Fig. 6. Coupe du versant gauche de la Llobregat 699
Fig. 7. Coupe prise entre Collbato et le Montserrat . . . 700
Fig. 8. Coupe transversale de la Llobregat au Cairat. . . 701
Fig. 9. Coupe de Monistrol à San-Geroni 702
Ch. Depéret. — Fig. 1. Profil schématisé du bord du bassin nummulitique du Llobregat au Montserrat 715
J. Almera. — Fig. 10. Coupe du sommet du pic de Montcada. 735
Fig. 11. Coupe du versant nord de la colline de Montcada. 738
Fig. 12. Coupe de la butte Falco à la butte Mora. 746
Fig. 13. Coupe de Vallcarca au Tibidabo 750
Fig. 14. Coupe de la rive gauche du ravin Pujal d'Esplugas (Astien) 756
Fig. 15. Limites de la mer pliocène aux environs de Barcelone et dans le bassin de la Llobregat 757
Fig. 16. Coupe générale relevée sur le thalweg de la rive gauche de la Llobregat 767
Fig. 17. Coupe des couches à Congéries de la colline de la Gatxarella de Castellbisbal. 770
Fig. 17bis. Coupe de la butte des Escletjas à Papiol 781
Fig. 18. Coupe des couches ordoviciennes et dévoniennes de Papiol 783
Fig. 19. Coupe de la colline de Papiol 788
Fig. 20. Coupe relevée dans la tranchée de la route des environs de Bruguès. 791
Fig. 21. Coupe relevée dans la tranchée de la route des environs de Bruguès. 792
Fig. 22. Coupe de la colline de San-Miquel d'Aramprunyà. 793
Fig. 23. Vue de la falaise triasique (Grès bigarré) d'Aramprunya à Begas 794
Fig. 24. Coupe du Trias et du Crétacé du pic de las Agullas à la ferme des Planas 795
Fig. 25. Coupe transversale du vallon de Vallirana 797
Fig. 26. Coupe de Torre-Barona à Penya-Escorxada. . . . 803

Fig. 27. Coupe générale des falaises de Garraf 806
Fig. 28. Coupe du bassin tertiaire de Vilanova 813
Fig. 29. Coupe du ravin de Monjos et du bassin du Panadès. 818
A. Bofill. — Fig. 1. Coupe du Trias de la gare d'Olesa 827
J. Almera. — Fig. 30. Coupe générale des terrains tertiaires de Cantallops au ruisseau Laberno. 843
L.-M. Vidal. — Fig. 1. Coupe du lambeau crétacé de Carbonils 860
Fig. 2. Coupe de Agullana à San-Lorenzo de la Muga. . . 862
Calderon. — Fig. 1. Coupe par Los Barrancos et château de Molina. . 865
Fig. 2. Coupe par le château de Molina et Anquela. . . . 865
G.-F. Dollfus. — Fig. 1. Carte schématique au 1/800.000 de la Chaine catalane. 880
Fig. 2. Coupe de Manresa à Barcelone. 881
L.-M. Vidal. — Fig. 1. Coupe de la montagne de San-Jordi 886
Fig. 2. Schéma de la succession des terrains crétacés au centre de la province de Lérida 888
Fig. 3. Coupe du mont San-Salvador 889
Fig. 4. Coupe du ravin Ulls de Llorens 890
Fig. 5. Coupe de la Sègre, d'Alos au confluent de la Noguera-Pallaresa 891
Fig. 6. Coupe de Alos à Santa-Maria de Meya 892
Fig. 7. Coupe de la montagne de Montsech 896

FIN DE LA LISTE DES FIGURES

LISTE DES PLANCHES

Pl. I. — MICHEL-LÉVY. — Tétraèdre et projections stéréographiques. Relation des effondrements de l'écorce terrestre avec les épanchements de roches éruptives.

Pl. II. — PRIEM. — Les échantillons sont représentés sans retouches et grandeur naturelle. — Fig. 1. *Cœlodus attenuatus* n. sp. Turonien de Dissé sous le Lude (Sarthe). Moitié gauche de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne. — Fig. 2. *Cœlodus* sp. Montien inférieur. Les Faloises, près Vertus (Marne). Fragment de la moitié gauche de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne. — Fig. 3. *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Fragment de la moitié droite de la mandibule. Collection paléontologique de l'Ecole supérieure des Mines. — Fig. 4. *Anomœodus subclavatus* Agassiz sp. Montien inférieur du Mont-Aimé. Dents de la rangée principale de la moitié droite de la mandibule. Collection géologique de la Sorbonne (N° 88-212). — Fig. 5. *Corax pristodontus* Agassiz variété nouvelle *plicatus*. Sénonien supérieur de Meudon. Collection géologique de la Sorbonne (N° 84-44). — Fig. 6-8. *Oxyrhina ?* sp. Montien inférieur du Mont-Aimé. Collection Munier-Chalmas. Fig. 6, dent antérieure vue par la face externe ; fig. 7, dent de la partie la plus antérieure de la mâchoire vue par la face interne ; fig. 8, dent latérale vue par la face externe. — Fig. 9-14. *Scapanorhynchus ?* (*Odontaspis*) *subulatus* Agassiz sp. Montien inférieur de Vertus. Collection géologique de la Sorbonne. Dents antérieures. Fig. 9, 10, 12, 13, 14, dents vues par la face interne ; fig. 11, dent vue par la face externe.

Pl. III. — MICHEL-LÉVY. — La planche III résume les données relatives à un grand nombre d'analyses, puisées dans les ouvrages spéciaux et notamment déjà citées par MM. Zirkel, Rosenbusch, Iddings, Brogger, etc. Les analyses, citées par M. Zirkel, sont d'autant plus précieuses qu'elles se rapportent à des roches décrites au point de vue minéralogique et déjà nommées suivant une classification analogue à celle qui a cours en France. — Les area des roches granitoïdes sont définies par des teintes plates ; quand il y a superposition, comme pour les diorites et les lamprophyres, ou pour les diabases et les lamprophyres, les teintes plates des roches superposées alternent en bandes minces horizontales. — Les roches porphyroïdes sont limitées par des liserés de couleurs plus vives, généralement rouges pour les roches de la série riche en potasse, verts pour la série sodifère et bleus pour la série calcique. — Voici la liste des roches approximativement délimitées et les notations qui les désignent :

Roches granitoïdes. — G. — Teinte plate rose ; *Granites* avec excès de potasse + k_g, égalité de potasse et de soude □ k_m, excès de soude ● k_p. On peut suivre la distribution de ces divers granites sur l'épure Pl. IV, points rouge à gauche de l'oblique z = 10, au-dessous de la ligne représentant l'oligoclase. D'une façon générale, les granites potassiques se rangent à gauche de l'area, les granites sodifères à droite, ainsi que ceux dans lesquels croît la teneur en chaux.

T_3 et S. — Teinte plate blanche. A gauche, en bas, contre les granites, se rangent les *Diorites quartzifères* et *micacées* T_3, marquées en vert sur l'épure Pl. IV, avec points k_m et k_p, entre z = 10 et z = 20; ce sont les Banatites, les Klausénites, les Tonalites.

Les *Syénites* S, k_g Plaucnite, k_m Monzonite, k_p Laurvikite, se rangent un peu plus haut, à droite, dans la même area blanche. Elles sont marquées en points rouges, Pl. IV, sous l'orthose et à gauche de z = 20.

T_{1-2}. — Puis vient une teinte violette, en partie superposée aux lamprophyres auxquels est attribuée une teinte rose. Le violet est attribué aux *Diorites* normales et aux *Esterellites*. Elles sont toutes caractérisées par le symbole k_p, et marquées en points ronds pleins verts sur l'épure Pl. V, *à droite de l'oblique* z = 20. Il n'y a, *dans cette situation*, marqués en vert sur cette épure, que les points k_p représentatifs des diorites et deux carrés k_{m-g} figurant des leucitophyres. — Le plus grand nombre des diorites est compris entre z = 20 et z = 30 ; cependant quelques-unes d'entre elles s'associent aux diabases.

D. et N. — Les *Diabases*, les *Gabbros* et les *Norites* sont marqués en teinte plate bleue sur l'épure Pl. III, et tout entiers superposés aux lamprophyres. D'une façon générale, les diabases et les gabbros sont pauvres en potasse k_p et riches en chaux ; l'épure Pl. V les représente par des points bleus ronds, pleins, échelonnés entre z = 30 et z = 45. Les quelques points k_{p-m}, qui y sont mêlés (point rond plein encadré d'un petit carré), appartiennent à des teschénites. — Dans la partie inférieure, à droite, près des diorites, trois points rouges (k_p) représentent des norites N, pauvres en chaux et en potasse, riches en magnésie.

E. — Des granites, on peut passer en haut aux *Syénites éléolitiques* k_p, k_m, et *leucitiques* k_{m-g}, dont l'area est teintée, Pl. III, en vert. Les principaux points représentatifs ont été figurés Pl. IV, en vert, au-dessus de la ligne de l'orthose, à gauche de l'oblique z = 20.

L. — Nous avons groupé sous une teinte rose, avec une lettre unique L, Pl. III, toute la grande famille des *Lamprophyres ;* ce ne sont pas à proprement parler des roches granitoïdes, bien qu'elles passent à cette structure par les minettes et les kersantites ; on y a réuni les Ijolites I, les malignites M, et aussi les orthophyres et les porphyrites micacés, voire les variolites ν. Ce vaste ensemble se superpose totalement aux diabases et partiellement aux diorites, entre z = 20 et z = 45. — Sur l'épure, Pl. IV, les lamprophyres les plus basiques, susceptibles de se transformer

en roches à feldspathides par fusion ignée, ont été pointés en rouge. Ils abondent surtout à partir de l'ordonnée z = 30. Les points ronds, correspondant à la notation k_p (peu de potasse), appartiennent principalement aux camptonites et à l'ijolite : les carrés k_{pm} et k_m se réfèrent aux kersantites et aux malignites ; les croix k_g aux minettes et aux orthophyres micacés. — Au-dessous de la ligne figurative de l'orthose, les lamprophyres plus acides et les variolites sont pointés, Pl. IV, en bleu. Plusieurs d'entre eux présentent un excès d'alumine. Ils ne correspondent plus, dans la série porphyrique, à des roches à feldspathides, mais bien à des mélaphyres et à des basaltes présentant généralement une certaine teneur en potasse.

P. — De même que tous les magmas se donnent rendez-vous sur la gauche vers les granites et dégénèrent ainsi jusqu'au quartz pur, sur la droite on voit tous les magmas converger vers l'area violette des péridotites qui tendent vers le magma ferromagnésien pur, z = 100.

Roches porphyriques. — Les liserés fortement colorés, qui représentent les area des principales roches porphyriques, empiètent beaucoup plus les uns sur les autres que les teintes plates des roches granitoïdes. Nous suivrons successivement la série rouge (potassique), verte (sodifère), bleue (calcique).

Série rouge (potassique). — π, ς. — Les *Porphyres*, les *Rhyolites*, les *Pechsteins* et les *Perlites* se superposent très exactement aux granites les plus acides ; on trouvera, Pl. V, en points bleus à gauche de l'oblique z = 10, le repérage d'un grand nombre de ces roches, correspondant, comme les granites, aux symboles k_g, k_m, k_p. Les variétés k_g, k_m passent aux trachytes, les variétés k_p aux dacites et aux andésites.

τ, o. — Les *Trachytes* et les *Orthophyres* confinent en bas aux rhyolites, empiètent en haut sur les phonolites et s'arrêtent aux leucitophyres. A droite, leur domaine s'étend jusqu'à z = 20 ; ils doublent en grande partie les andésites qui cependant s'étendent jusqu'à z = 30. — En somme, les trachytes se montrent les équivalents des granites les plus basiques et des syénites. Ils sont pointés, Pl. V, en rouge et s'étendent entre z = 0 et z = 20, entre l'albite et le labrador. Les symboles sont presque toujours k_g ou k_m.

φ_1. — Les *Phonolites*, développés à la partie supérieure, la plus basique, de l'area des trachytes, admettent les notations k_g, k_m, k_p et sont à cheval sur les granites et sur les syénites éléolitiques. Une partie d'entre eux appartiennent à la série rouge, une autre à la série verte ; à la première se refère (Ψ_2) la leucotéphrite sans olivine de Rocca Monfina.

Ψ_1. — Puis viennent les *Leucitophyres* k_{m-g}, empiétant sur les syénites leucitiques et sur les lamprophyres, et auxquels se marient :

Ψ_3. — Les *Leucitites sans olivine ;*

Ψ_4. — Les *Leucotéphrites à olivine ;*

Ψ_5. — Les *Leucitites à olivine.*

Toutes ces roches sont superposées aux plus basiques des lamprophyres, riches en potasse, et empiètent même un peu sur certaines péridotites.

Série verte (*sodifère*) — Elle a le même point de départ que la précédente jusqu'aux phonolites φ_1 inclusivement. Cependant, on peut y accéder aussi par la série des *Pantellérites* θ, marquée en points longs verts sur la Pl. III, et représentée par un pointé exact, rouge, k_m et k_{p-m}, Pl. VII.

Des phonolites, on passe aux *Téphrites* et aux *Néphélinites sans olivine* φ_2, φ_3; aux *Téphrites* et aux *Néphélinites à olivine* φ_4 φ_5. Toutes ces roches sont superposées aux lamprophyres basiques, riches en soude.

On peut indifféremment rattacher, à cette série ou à la série calcique, les *Basaltes à mélilite* ζ, qui, grâce à leur extrême basicité, sortent des limites normales de l'épure et s'approchent de l'origine des coordonnées en passant au-dessus de la droite figurative de la néphéline.

Série bleue (*calcique*). — Des porphyres et des rhyolites, on passe aux *Kératophyres* et aux *Dacites*, χ et δ, dont l'area s'étend entre $z = 0$ et 20, entre la droite de l'anorthose et une ligne fort au-dessous de celle de l'albite. — Les dacites ont été pointées en vert, Pl. V ; elles se réfèrent presque toutes au symbole k_p et sont superposées d'une part à certaines andésites, d'autre part aux granites et aux diorites quartzifères.

Nous avons déjà développé la raison qui, selon nous, explique le grand développement de l'area des *Andésites* α ; elle comprend certainement des albitophyres, des andésites proprement dites, et des labradorites, sans compter bon nombre de trachytes à grands cristaux de plagioclases ; les exemples que nous avons groupés, Pl. VI, points rouges, comportent les symboles k_p et et k_m ; dans un cas même, k_g.

La case des *Labradorites* λ ne comprend que des roches du Plateau Central et de l'Etna ; elle se réfère à des roches à microlites de labrador, et sans grands cristaux abondants d'olivine ; les symboles en sont k_m et k_p ; elles sont superposées aux diorites (Pl. VI, points verts).

Dans l'area des *Mélaphyres* μ et des *Basaltes* β, nous avons fait une subdivision qui se montre bien justifiée par le pointé d'un grand nombre de ces roches : les basaltes k_p, très pauvres en potasse, tres riches en chaux ; au-dessous, les basaltes et les mélaphyres k_{p-m} et k_m, se chargeant de potasse. Les premiers sont de la famille des gabbros et des diabases, les seconds correspondent, au moins partiellement, à certains lamprophyres (points bleus de la Pl. VI).

Enfin, la *Limburgite* ξ est l'équivalent bien avéré de certaines péridotites et, comme telle, occupe une place restreinte entre $z = 60$ et $z = 70$.

Pl. IV. — ID. — Les explications données à propos de la Planche III nous permettent de procéder ici à une simple énumération.

Granites ; points rouges k_g, k_m, k_p, entre z = 0 et 10, au-dessous de l'oligoclase.

Syénites ; points rouges k_g, k_m, k_p, entre z = 10 et 20, entre l'anorthose et l'orthose.

Diorites quartzifères et micacées ; points verts k_p, k_m, entre z = 10 et 20, au-dessous de l'albite.

Syénites éléolitiques ; points verts k_p, k_m, entre z = 0 et 20, entre l'orthose et la leucite.

Syénites leucitiques ; points verts k_{m-g}.

Lamprophyres basiques ; comprenant les malignites M et l'ijolite I ; points rouges k_p (camptonites), k_m, k_g, entre z = 25 et 45 au-dessus de l'orthose.

Lamprophyres acides ; comprenant les variolites υ, points bleus k_g, k_m, k_{m-p} entre z 20 et 50 au-dessous de l'orthose.

Pl. V. — Id. — *Porphyres, Rhyolites, Pechsteins et Perlites ;* points bleus k_g, k_m, k_P, entre z = 0 et 20, au-dessous de l'anorthose.

Dacites ; points verts k_p, un seul k_m, entre z = 0 et z = 20, au-dessous de l'anorthose.

Trachytes ; points rouges k_g, k_m, un seul k_p, entre z = 0 et 20, de l'albite au labrador.

Phonolites ; points verts k_g, k_m, k_p, entre z = 0 et 20, de l'orthose au labrador.

Leucitophyres ; points verts k_{m-g} (une croix dans un carré), de z = 8 à 32, entre l'orthose et la leucite.

Diorites ; points verts, exclusivement k_p, presque tous entre z = 20 et 30, avec deux exceptions pour z = 35 et 42, entre l'anorthose et le labrador.

Diabases et Gabbros ; points bleus k_p, et *Teschénites* points bleus k_{m-p} (un point dans un carré), de z = 29 à 54, entre la leucite et l'oligoclase.

Norites ; points rouges k_p, de z = 28 à 40, de l'orthose à l'albite.

Pl. VI. — Id. — *Basaltes et Mélaphyres ;* points bleus ; les basaltes comportent des points k_p et des carrés pointés k_{m-p} ; les mélaphyres sont, pour la plupart, représentés par des carrés k_m. Toute la série est riche en chaux et pauvre en alcalis, excepté quelques basaltes à affinités lamprophyriques, riches en potasse, au-dessous de la ligne du labrador.

Labradorites ; points verts k_{m-p} et k_m, empiétant sur les basaltes et en partie représentés par des andésites mal déterminées.

Andésites ; points rouges k_p, k_{p-m}, k_m ; un point k_g.

Pl. VII. — Id. — On a repéré, sur cette épure, les points caractéristiques des roches de cinq séries naturelles présentant de grandes variations de teneur en silice et en éléments ferro-magnésiens, celle du Vésuve, riche en potasse (k_g, croix rouges) ; celle de Bohême, riche en alcalis, mais avec prédominance de la soude (points verts) ; celle de Castle M' (Montana), présentant généralement égalité de soude et de potasse (carrés bleus) ; celle de l'Etna, pauvre en potasse, riche en chaux et en soude (points ronds bleus) ; enfin celle de Pantellaria, riche en soude, mais avec défaut d'alumine et excès de silice (carrés rouges k_m et k_{p-m}.

1° On sait que la série Vésuve, Ischia, Rocca Monfina, comporte, de l'acide au basique, des trachytes, des leucotéphrites sans olivine et avec olivine. L'épure montre les trachytes échelonnés le long de la ligne de l'orthose, et les leucotéphrites, par ailleurs similaires, se rapprochant de celle de la leucite ; toutes ces roches répondent au symbole k_g et sont représentées par des croix rouges.

2° La série de Bohême (vert), étudiée par M. Hibsch (Lotos, 1897, n° 1), commence par des basaltes feldspathiques et néphéliniques correspondant à un type de kersantite très basique. Puis vient une venue de téphrites à haüyne et à leucite, percée par des filons de lamprophyres et de trachy-andésites (Essexite, Gauteite) plus riches en potasse que les séries plus anciennes.

Aux roches précédentes succèdent de vastes épanchements de phonolites (du type foyaite) et des trachytes. — Il existe en outre une venue de basaltes feldspathiques et leucitiques, postérieurs au moins à toutes les téphrites, et identique comme magma aux basaltes les plus anciens. — Sauf les trachytes et les trachy-andésites, qui correspondent au symbole k_{g-m} (une croix dans un carré vert), la série des phonolites, des téphrites et même des basaltes feldspathiques ou à feldspathides, se rapporte à k_{m-p} (un point rond dans un carré vert) ; quelques filons lamprophyriques seuls deviennent pauvres en potasse k_p.

3° La série de Montana, étudiée par MM. Weed et Pirsson, et déjà analysée dans notre précédente note (*B. S. G. F.*, 1897, Pl. XV), est caractérisée par l'égalité entre la potasse et la soude k_m, carrés bleus ; il y a une quantité suffisante de silice pour que les roches soient toutes feldspathiques. Elles vont des rhyolites et des granites aux basaltes, en passant par des orthophyres et des syénites, et par des diorites. Il y a en outre des filons de lamprophyres. — A égalité d'éléments ferro-magnésiens, cette série est tout entière au-dessous des deux précédentes.

Dans les deux séries qui suivent, la variation est différente ; les éléments ferro-magnésiens varient peu ; l'élément blanc conserve ses proportions de bases, mais diminue rapidement et c'est la silice qui augmente et paraît remplacer une partie de cet élément blanc.

4° A l'Etna, la série est, en somme, peu variée et elle se cantonne presque tout entière aux confins des labradorites et des basaltes. Elle est représentée exclusivement par des points ronds bleus, k_p, qui ne peuvent se confondre avec la série de Montana, puisque celle-ci ne comporte que des carrés et une croix.

5° A Pantellaria, la série comprend des Pantellérites (carrés rouges) et des soi-disant andésites augitiques (carrés avec un point au centre), dans lesquelles l'élément blanc se rapproche avec évidence de l'anorthose, comme celui des Pantellérites proprement dites ; mais l'élément ferro-magnésien y est de moins en moins sodifère.

Dans ces deux dernières séries, la dégradation se fait de haut en bas ; la suite des points caractéristiques suit un chemin des-

cendant analogue à celui des granites et des porphyres, de plus en plus acides. Mais celui-ci est compris entre z = 0 et 10 ; tandis que celui des Pantellérites est compris entre z = 10 et 30 et celui de l'Etna entre z = 25 et 45. Ce sont donc là des exemples d'accroissement exceptionnel de silice, sans grandes variations des éléments ferro-magnésiens ; la chose est exceptionnelle en dehors de z = 0, et surtout marquée dans l'exemple unique qui nous est fourni par les Pantellérites.

Pl. VIII. — C. Schlumberger. — Fig. 1. *Meandropsina Vidali* Schlumberger. Individu complet au grossissement de 4 diam. — Fig. 2. Le même. Portion de la surface au grossissement de 10 diam. — Fig. 3. Le même. Section tangentielle au grossissement de 35 diam.

Pl. IX. — Id. — Fig. 4. *Meandropsina Vidali* Schlumb. Section horizontale médiane au grossissement de 45 diam. — Fig. 5. *Meandropsina Vidali* Schlumb. Section perpendiculaire par la loge initiale au grossissement de 40 diam. — Fig. 6. La même au grossissement de 185 diam.

Pl. X. — F. Priem. — Fig. 1-5. *Lamna serra* A. Smith Woodward. Dents antérieures. Fig. 1-3, dents vues par la face interne; fig. 4-5, dents vues par la face externe. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection géologique de l'Institut catholique de Paris. — Fig. 6. *Pseudocorax affinis* Agassiz sp. (*Sphyrna plana* Hébert). Dent vue par la face interne. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection géologique de l'Institut catholique de Paris. — Fig. 7. *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris, n° 10.666. — Fig. 8. *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection Munier-Chalmas, Sorbonne.

Pl. XI. — Id. — Fig. 1. *Pseudolates Heberti* Gervais sp. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Musée d'histoire naturelle de Paris, n° 10.661. — Fig. 2. *Palæobalistum Ponsorti* Heckel. Montien inférieur du Mont-Aimé (Marne). Collection paléontologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris, n° 10.645.

Les échantillons ont été représentés grandeur naturelle et sans retouches.

Pl. XII. — G. Mouret. — Carte du Plateau Central de la France, figurant les grandes fractures et la distribution des amphibolites. Échelle : 1/3.000.000.

Pl. XIII. — L.-M. Vidal. — Carrière dans le gisement de sel de Cardona.

Pl. XIV. — Id. — Plis dans la montagne de sel (La Salvoja) près Cardona.

FIN DE LA LISTE DES PLANCHES

DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1 — (feuilles 1-8, Pl. I), avril 1898.
— 2 — (— 9-17, Pl. II), mai 1898.
— 3 — (— 18-24, Pl. III-IX), juillet 1898.
— 4 — (— 25-29, Pl. X-XI), septembre 1898.
— 5 — (— 30-34), janvier 1899.
— 6 — (— 35-42, Pl. XII), mars 1899.
— 7 — (— 43-60, Pl. XIII-XIV), décembre 1899.

ERRATA DU TOME XXVI

Note de M. J. Bergeron.

Page 477. légende de la fig. 1, au lieu de : 5, Dévonien, du Coblencien au niveau à *Paroniceras curvispina ;* lire : .... à *Parodoceras curvispina.*

Page 483, ligne 16, à partir du bas, au lieu de : les calcaires à *Paroniceras curvispina ;* lire : les calcaires à *Parodoceras curvispina.*

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Supplément au tome XXVI du Bulletin de la Société Géologique de France. a.

ABRÉVIATIONS

Abh. = Abhandlungen.
Ac. = Academie, Accademia, Akademie, Academy, etc.
Am. = America, American.
Ann. = Annales, Annali, Annalen, Annuel, Annual, etc.
Arch. = Archives, Archiv, Archivà, etc.
B. S. = Bulletin de la Société, Bollettino della Società, etc.
Bur. = Bureau.
CR. = Compte Rendu (RC. = Rendiconti).
D. = Deutsch.
Eng. = English.
Erdk. = Erdkunde.
Ergh. = Ergänzunsheft.
Fr. = France, de France, Français.
Geog. = Géographie, ique, isch, y, ical, ià, etc.
Geol. = Géologie, ique, ià, isch, y, ical, etc.
Ges. = Gesellschaft.
H. N. = Histoire Naturelle, Historia Natural(e).
Hgg. = Herausgegeben.
I. = Impérial.
Inst. = Institut(ion).
It. = Italià.
Jahrb. = Jahrbuch.
Jahrber. = Jahresbericht.
Journ. = Journal.
Mag. = Magazine.
Mitt. = Mitteilungen.
Nat. = Nature(l), Naturaliste (N. H. = Natural History).
Philos. = Philosophical.
Proc. = Proceedings.
R. = Royal, Regal, Reichs, etc.
Rec. = Records.
Rep. = Report.
Sc. = Sciences, tifique, zà, etc.
Schr. = Schriften.
Sitzber. = Sitzungsberichte.
Soc. = Société, Sociétà, Sociedad, Society, etc.
Trans. = Transactions.
U. S. Geol. Surv. = United States Geological Survey.
Ver. = Verein.
Verh. = Verhandlungen.
Wiss. = (der) Wissenschaft(en), wissenschaftlich.
Zeitsch. = Zeitschrift.
Zool. = Zoology, y, ique, isch, etc.

Exemple :

Philadelphie. Journ. Ac. of Natural Sc., (2), XI, 1, 1897.

Lisez : Journal of the Academy of Natural Sciences at Philadelphy, 2e série, tome XI, N° 1, 1897.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Séances des 10 et 24 Janvier 1898

1° Non périodiques

Caziot. Découvertes archéologiques et préhistoriques faites en Corse en 1897. 8°, 5 p. Paris, 1897. Ex. Feuille des Jeunes Nat.

Fortin (*R.*). Note sur les ossements de Mammifères du Musée d'Elbeuf. 8°, 5 p., s. d.

— Notes de géologie normande. IV. Sur deux Echinides crétacés. 8°, 7 p., 1 pl. Elbeuf, 1897. Ex. B. Soc. ét. Sc. Nat. d'Elbeuf, 1896.

Martel (*E.-A.*). Irlande et cavernes anglaises. 8°, 403 p., 3 pl. Paris, 1897.

— Applications géologiques de la Spéléologie. 8°, 100 p., 3 pl. Paris, 1896. Ex. Ann. des Mines.

— Sous terre, 7e campagne. 8°, 24 p. Paris, 1895. Ex. Ann. Club alpin Fr., 1894.

— Les abîmes du Dauphiné. 8°, 60 p., s. d.

— Sous terre, 9e campagne. 8°, 47 p. Paris, 1896. Ex. Ann. Club alpin Fr.

— Pâques neigeuses. 8°, p. 33-40. Florac. 1896. Ex. B. Club Cévenol.

— Retard de la cartographie et de la topographie officielle en France. Le reboisement des Plateaux calcaires. 8°. Paris, 1897. Ex. Ass. Fr. Congrès de Carthage, 1896.

— Quatrième et cinquième explorations de Padirac. 8°, 30 p. Brive, 1896. Ex. B. S. Sc. de la Corrèze, t. XVIII.

— Le refuge du Roc de Goap sous l'oppidum de Murcens (Lot). 8°, 12 p. Brive, 1895. Id., t. XVII.

— Le goufre de Lantouy (Lot). 8°, 11 p. Brive, 1895. Id., t. XVII.

— Sur quelques anomalies de la température des sources. Ex. CR. Ac. Sc., janvier 1896.

— Sur le goufre de Gaping Ghyll. Id., janvier 1896.

— Sur les observations d'hiver dans les cavernes des Causses. Id., avril 1896.

— Sur les siphons des sources et les rivières souterraines. Id., mai 1896.

— Sur les Scialets et l'hydrologie souterraine du Vercors (Drôme). Id., novembre 1896.

— Sur la foïba de Pisino (Italie). Id., décembre 1896.

— Sur l'hydrographie souterraine et les choruns du Dévoluy. Id., mai 1897.

— La Cueva del Drack. Id., juin 1897.

— Nouvelles observations dans le goufre de Padirac. Id., oct. 1897.

— et *Rupin* (*E.*). Un naufrage à 100 mètres sous terre. 3e exploration de Padirac. 8°. Brive, 1896. Ex. B. S. Sc. de la Corrèze.

Omboni. Relazione intorno al lavoro presentato per il concorso della fondazione Querini Stampalia. 8°. Venise, 1897. R. Inst. Veneto.

Ramond (*G.*). Etude géologique de l'aqueduc de l'Avre. Dérivation vers Paris des sources de la Vigne et de Verneuil. 8°, 22 p. Paris, 1896. Ex. CR. Congrès Soc. sav., 1896.

— Résumé de la géologie de l'aqueduc de l'Avre. 8°, 6 p. Paris, 1896. Ex. B. Muséum H. N., 1896.

— Profil géologique de l'aqueduc de l'Avre. Paris, 1897.

— Coupes géologiques de l'aqueduc de l'Avre. Paris, 1897.

Simionescu (*J.*). Uebereine Untercenomanfauna aus den Karpathen Rumäniens. 8°, 7 p. Vienne, 1897. Ex. Verh. K. K. Geol. R. Anst.

2° Cartes

Allemagne. — Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen.

N° 33, Remilly. — N° 34, Falkenberg (mit Deckblatt). — N° 53, Niederbronn.

3° Périodiques

Allemagne. — *Berlin*. Verh. Ges. für Erdk. XXV, 8-10.

Cvijic : Ueber Gletscherspuren in Bosnien und der Hercegovina, p. 479-480.

Francfurt a. M. Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. XXIII, 4, 1897.

— Bericht der Senckenberg. Naturforsch. Ges. 1897.

J. Blum : Wissenschaftliche Veröffentlichungen (1826-1897) der Senckenb. Naturf Ges. zusammengestellt von —, p. 25-80.

Gotha. Petermanns Mitt. XLIII, 1897, 12.

— Ergänzungsheft 123.

P. Harzer : Uber geographische Ortsbestimmungen ohne astronomische Instrumente, Elementare Darstellung, 127 p.

Leipzig. Zeitschr. für Naturwiss. LXX, 3, 12 janvier 1898.

Strasburg. Geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen.

E. Schumacher : Erläuterungen zu Blatt Falkenberg, 1897, 107 p. — L. van Werveke : Erläuterungen zu Blatt Niederbronn, 1897, 86 p. — E. Schumacher und L. van Werveke : Erläuterungen zu Blatt Rémilly, 1897, 47 p.

Stuttgard. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1897, II, 3.

J. n. Woldřich : Fossile Steppenfauna aus der Bulovka nächst Košiř bei Prag und ihre geologisch-physiographische Bedeutung, p. 159-211 (pl. 4-5, 5 fig.).

Autriche-Hongrie.— *Cracovie*. Bull. internat. Ac. Sc. CR., 1897.

P. Rudzki : Sur la propagation des ondes séismiques, p. 354-355.

Chili. — *Santiago*. Actes Soc. Sc. du Chili. VII, 2-3, 1897.

Otto Nordenskjöld : Algunos datos sobre la parte austral del continente Sud-Americano, p. 157-168.

Danemark. — *Copenhague*. Ac. R. des Sciences et des Lettres de Danemark. Mémoires, (6) ; Sciences, VIII, 5, 1897.

— Bulletin. 1897, 4 et 5.

Espagne. — *Madrid*. Actas Soc. Espan. de H. N. Dec. 1897.

— An. Soc. Espan. de H. N. (2), VI, Nov. 1897.

Carla y Sánchez : Geología del Término de Morón (suite), p. 129-175 (pl. 2-6).

États-Unis. — *Boston*. Proc. Boston Soc. of N. H. XXVIII, 1-5, 1897.

W.-M. Davis : The Harvard Geographical Models with a note on the construction of the models by G. C. Curtis, p. 85-110 (4 pl.). — Margaret Lewis : *Clymene producta* sp. nov., p. 111-115 (2 pl.).

— Proc. of the Amer. Ac. of Arts and Sc. XXXII, 16-17 Juillet 1897. — XXXIII, 4 Août 1897.

Cambridge. Museum of Comparative Zool. at Harvard College. Ann. Rep. of the Curator for 1896-97, 44 p., 1897.

— Memoirs of the Museum. XXIII, 1.

Reports on an Exploration of the W. Coasts of Mexico. — Otto Maas : Die Medusen mit 15 Tafeln, in-4°, 92 p., 1897.

— Bulletin. XXXI, 5, 1897.

Reports on the dredging operations of the W. Coast of Central America. XXII. The Isopoda by H.-J. Hansen, p. 95-129 (7 pl.).

Chicago. The Journal of Geology. V, 7, Oct.-Nov. 1897.

T.-C. Chamberlin : A group of Hypotheses bearing on Climatic changes, p. 653-683.

— Whitman Cross : An analcite-basalt from Colorado, p. 684-693. — R. Aldworth-Daly : Studies on the so called porphyritic Gneiss of New Hampshire, p. 694-722 (2 fig.). — J.-E Edward Spurr : The measurement of faults, p. 723-729. — H.-M. Bannister : The drift and Geologic Time, p. 730-743. — St. Weller : On the presence of problematic fossil Medusae in the Niagara Limestone of N. Illinois, p. 744-751 (8 fig.).

Minneapolis. The American Geologist. XX, 2-5, 1897.

Fr.-B. Taylor : Notes on the abandonned Beaches of the N. Coast of Lake Superior, p. 111-128 (pl. 5). — Ralph S. Tarr : The Margin of the Cornell Glacier, p. 139-156 (pl. 6-12). — H -P. Cushing : On Hypersthene Andesite from M. Edgecumbe (Alaska), p. 156-159. — A.-R. Crook : Some Geological Causes of the Scenery of Yellostowne National Park, p. 159-167. — C.-R. Keyes : Dual character of the Kinderhook Fauna, p. 167-176. — S.-J. Pierce : The Preglacial Cuyahoga Valley, p. 176-181 (pl. 13). — H.-W. Fairbanks : Oscillations of the Coast of California during the Pliocene and Pleistocene, p. 213-246 (pl. 15). — O.-H. Hershey : The Physiographic Development of the Upper Mississipi Valley, p. 246-268 (1 fig.). — F.-W. Sardeson : On *Streptelasma profondum* Owen, *Streptelasma corniculum* Hall, p. 277-293 (pl. 16-17). — A.-N Winchel : The Koochiching Granite, p. 298-299. — J.-P. Kimball : On the Magnetite Belt at Cranberry, p. 299-313 (pl. 18). — J.-B. Hatcher : *Diceratherium proavitum*, p. 313-316 (pl. 19). — H. Winchell : The Fisher Meteorite, p. 316-318.

New-York. Ann. of the — Ac. of Sc. IX, 6-12, 1897.

Philadelphie. Proc. Ac. of Nat. Sc. 1897, Avril-Sept.

— Journ. Ac. of Nat. Sc. (2), XI, 1, 1897.

Cl.-B. Moore : Certain aborigenal Mounds of the Georgia Coast, p. 5-138 (79 fig., 16 pl.).

— Proc. of the Am. Philos. Soc. XXXV, Dec. 1896, N° 153, 1897.

— XXXVI, Mai 1897, N° 155, 1897.

Fr. Hamilton-Cushing : Exploration of Ancient Key Dweller's Remains of the Gulf Coast af Florida, p. 329-432 (pl. 25-35). — G.-H. Ashley : Geology of the Paleozoic Area of Arkansas South of the Novaculite Region, p. 217-318 (36 fig.).

Washington. U. S. Geol. Surv. Monographs.

N° XXV. J Strong-Newberry : The Flora of the Amboy Clays, in-4°, 260 p. (58 pl.), 1895. — N° XXVI. Warren-Upham : The glacial Lake Agassiz, in-4°, xxiv-658 p. (38 pl.), 1895. — N° XXVII. S. Franklin-Emmons, Whitman-Cross and G. Homans Eldridge : Geology of the Denver Basin in Colorado, in-4°, xxi-556 p. (31 pl., 102 fig.), 1896. — N° XXVIII. Ch.-R. van Hise and W. Shirley-Bayley : The Marquette Iron-Bearing District of Michigan including a Chapter on the Republic Trough by H. Lloyd-Smith, in-4°, xxvii-608 p. (35 pl.). — Atlas, in-f°, 39 f.

— U. S. Geol. Surv. 17e Ann. Rep. 1895-96, Part I, Director's Report and other Papers. 1896, in-4°, 1076 p., 3 cartes.

Report of the Director, p. 1-200 (1 carte). — H. Gannet : Magnetic Declination in the U. S., p. 207-440 (3 pl., 1 carte). — J. Silas-Diller : A Geological Reconnaissance in NW. Oregon, p. 441-520 (pl. 4 16, fig. 4-17). — H. W. Turner : Further contributions to the Geology of the Sierra-Nevada, p. 521-762 (pl. 17-47, fig. 18-22). —

W. Healey-Dall : Report on Coal and Lignite of Alaska, p. 763-908 (pl. 48-58, fig. 23-25). — G. Homans Eldridge : The Uintaite (Gilsonite) Deposits of Utah, p. 909-949 (pl. 59-60, 1 carte). — N. S. Shaler, J. B. Woodworth and C. F. Marbut : The Glacial Brick Clays of Rhode Island and S. E. Massachusetts, p. 951-1004 (pl. 61-62, fig. 34-43,. — Timothey W. Stanton : The faunal relations of the Eocene and Upper cretaceous of the Pacific Coast, p. 1005-1048 (pl. 63-67).

— U. S. Geol. Surv. 17 Ann. Rep. 1895-96, P. II, Economic Geology and Hydrography. 1896, in-4°, 864 p.

Waldemar Lindgreen : The Gold-Quartz Veins of Nevada and Grass Valley Districts, California, p. 1-262 (pl. 1-24. fig. 1-37, 1 carte). — Whitman Cross : Geology of Silver Cliff and the Rosita Hills, Colorado, p. 263-403 (pl. 25-36, 2 cartes). — S. Franklin-Emmons : The Mines of Custer County, Colorado, p. 405-472 (pl. 37, fig. 38-43). — Marius R. Campbell and Walter C. Mendenhall : Geologic Sections along the New and Kanawha Rivers in West Virginia, p. 473-512 (pl. 38-49). — Ch.-W. Hayes : The Tennesee Phosphates, p. 513-550 (pl. 50-55, fig. 44). — Grave K. Gilbert : The Underground Water of the Arkansas Valley in Eastern Colorado, p. 551-601 (pl. 56-68, fig. 45-49). — Nelson Horatio Darton : Preliminary Report on Artesian Waters of a Portion of the Dakotas, p. 603-694 (pl. 49-107, fig. 50-65). — Fr. Leverett : The Water Resources of Illinois, p. 695-849 (pl. 108-113, fig. 66-74).

— U. S. Geol. Surv. Bulletin.

N° 87, 1897. Schuchert : A Synopsis of American Fossil Brachiopoda, including Bibliography and Synonymy, 464 p. — N° 127, 1896. N.-H. Darton : Catalogue and Index of contributions to North American Geology, 1045 p. — N° 130, 1896. Fr. Boughton-Weeks : Bibliography and Index of North American Geology, Paleontology, Petrology and Mineralogy for 1892 and 1893, 210 p. — N° 135, 1896. Fr. Boughton-Weeds : Bibliography.... for 1894, 141 p. — N° 136, 1896. Florence Bascom : The ancient volcanic Rocks of South Mountain, Pennsylvania, 124 p. (28 pl. dont 1 carte géol. couleur). — N° 137, 1896. R. Hay : The Geology of the Fort Riley Military reservation and vicinity, Kansas, 34 p. (8 pl. dont 1 carte). — N° 138, 1896. N. Horatio Darton : Artesian Well prospects in the Atlantic coastal plain region, 232 p. (18 pl.). — N° 139, 1896. W. Harvey Weed and L. Valentine Pirsons : Geology of the Castle Mountain mining district Montana, 164 p. (17 pl.). — N° 140, 1896. Fr. Haynes Newell : Report of Progress of the Division of Hydrography for the calendar year 1895, 356 p. — N° 141, 1896. W. Bullock Clark : The Eocene deposits of the middle Atlantic slope in Delaware, Maryland and Virginia, 167 p. (40 pl.). — N° 142, 1896. T. Wayland Vaughan : A brief contribution to the geology and paleontology of northwestern Louisiana, 65 p. (4 pl.). — N° 143, 1896. J. Casper-Branner : Bibliography of clays and the ceramic arts, 114 p. — N° 144, 1896. J. Edward-Todd : The Moraines of the Missouri Coteau and their attendant deposits, 71 p. (21 pl.). — N° 145, 1896. W.-M. Fontaine : The Potamoc Formation in Virginia, 149 p. (2 pl., 13 fig.). — N° 146, 1896. Fred. Boughton-Weeks : Bibliography and index of North American Geology, Paleontology, Petrology and Mineralogy for the year 1895, 130 p. — N° 147, 1896. Ch.-S. Perrine : Earthquakes in California in 1895, 23 p. — N° 148, 1897. F.-W. Clarke and W.-F. Hillebrand : Analyses of Rocks with a Chapter on Analytic Methods. Laboratory of the United States Geological Survey, 1880 to 1896, 306 p.

France. — *Epinal.* Ann. S. d'émulation du Dép. des Vosges. LXXIII.

Paris. CR. Ac. Sc. CXXV, Nos 25-26.

N° 25. G. Vasseur : Sur la présence de couches à *Planorbis pseudo-ammonius* et à *Bulimus Hopei* dans les environs de Sabarat et de Mirepoix (Ariège). — N° 26. A. Lacroix : Minéraux cristallisés formés sous l'influence d'agents volatils aux dépens des andésites de l'île de Théra (Santorin).

— CR. Ac. Sc. CXXVI, Nos 1-2-3.

N° 2. Prix décernés. — Grand prix des Sciences physiques à M. Vallot pour ses recherches sur le Mont Blanc. — Prix Delesse à M. Œhlert. — N° 3. G. Rolland : Sur les gisements de minerai de fer oolitiques du bassin de Briey. — E.-A. Martel et A. Viré : Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires.

— Ann. de Géographie. 7e année, N° 31.

M. Bertrand : La Basse-Provence (*fin*), avec carte.

— L'Anthropologie. T. VIII, N° 6.

— B. S. Anthropologie de Paris. 1897, 4.

E. Rivière : La grotte de la Mouthe. — A. Sanson : Nouvelle note sur les Equidés quaternaires.

— B. S. botanique de France. T. XLI, N° 10.

— B. S. Fr. de Minéralogie. T. XX, N° 7.

L. Bertrand : Sur un moyen de détermination pratique des feldspaths plagioclases dans un cas particulier. — F. Wallerant : Détermination des indices de réfraction des minéraux des roches.

— Club Alpin Fr. Bul. mensuel. 1897, N° 12.

— Journ. des Savants. Déc. 1897, Nov. 1897.

— Journ. de Conchyologie.

Index général des volumes XXI à XL (1873-1892).

— La Nature. Nos 1282 à 1286.

N° 1283. St. Meunier : Le congrès géologique international. — A. Boghaert-Vaché : Le jubilé de la houille. — N° 1286. J. Rougé : Le falun de Touraine.

— Le Naturaliste. Nos 260-261.

N° 260. P. Glangeaud : Le premier peintre humain. — N° 261. St. Meunier : Nouvelle plante fossile éocène.

— Rev. sc. du Bourbonnais. N° 120.

— Soc. de Géog. CR. des séances. 1897, Nos 16-17.

Saint-Etienne. Soc. Industrie minérale. CR. mensuels. Déc. 1897.

Grande-Bretagne. — *Edimbourg*. The Scottish Geog. Mag. XIV, 1, 1898.

Londres. — Memoirs of the Geol. Surv. England and Wales.

H.-B. Woodward : Soils and sub-soils from a Sanitary point of wiew with especial reference to London and its neighbourhood, 58 p. (1 pl.).

— Proc. of the R. Soc. LXII, N° 382, Janv. 1898.

— The Quarterly J. of the Geol. S. LIII, N° 212, Déc. 1897.

J. Parkinson : On Igneous Rocks in N. Pembrokeshire, p. 465-476 (pl. 36). — E.-T. Newton et J.-J.-H. Teal : On Rocks and Fossils from Franz Josef Land, p. 477-519 (pl. 37-41). — C.-I. Gardiner et S.-H. Reynolds : On the Potraine Inlier co Dublin, p. 520-539 (pl. 42-43). — W. Fraser Hume : The cretaceous Strata of County Antrim, p. 540-606 (pl. 44-45). — S.-S. Buckmann : On the Bajocian Deposits of the Cleeve Hill Plateau, p. 607-629 (pl. 46).

— Proc. Engl. Geol. Association. XV, 5, Nov. 1897.

Excursion to Cheltenham and Stroud, p. 175-182 (4 fig.). — to Heighton Buzzard, p. 183-185. — Woking, p. 185-188 (1 fig.). — to Peterborough, p. 188-193. — to Bishops Stortford, p. 193-197. — to Edinburgh and District, p. 197-198. — to Bathgate Hills, p. 198-200. — to Stirling, p. 201-202. — to the Pentland Hills, p. 200. — to Buntisland and Kinghorn, p. 203-204 (pl. 8). — to Cockburn spath, p. 204-205. — to Elie and St Mornans, p. 205-206. — to Whitchurch, Oving and Quainton, p. 207-209. — to Otford and the Holmeesdale Valley, p. 209-210.

— Abstracts of the Proc. Geol. Soc. N° 683, 15 Dec. 1897.

J. Parkinson : On the Pyromerides of Boulay Bay (Jersey), p. 17-19. — Rev. G.-C.-H. Pollen : On the Exploration of Ty Newydd cave near Tremeirchion N. Wales, p. 19-22.

— The Geological Magazine. (4), V, 1, Janv. 1898.

H.-G. Seeley : On large terrestrial Saurians from the Rhaetic of Wedmare Hill, p. 1-6 (pl. 1, 2 fig.). — O.-C. Marsh : Recent observations of European Dinosaurs, p. 6-9. — G.-F. Harris : Narrative of a Geological Journey trough Russia, p. 9-15 (2 fig.). — T.-G. Bonney : Small Lake Bassins in the Lepontine Alps, p. 15-21 (2 fig.). — A.-J. Jukes Browne and J. Milne : On the cretaceous fossils found at Moreseat, Aberdeenshire, p. 21-32. — J.-W. Spencer : On the Continental Elevation of the Glacial Period, p. 32-38.

— List of the Geol. Soc. Nov. 1897.

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. XLVII, 1, Déc. 1897.

Fr. Reed : Hydrothermal Gold deposits at Peak Hill W. Australia, p. 15-18 (3 fig.). — W.-M.-B. Philipps : The Gold Regions of Alabama U. S. A., p. 19-23 (3 fig.).

Hollande. — *Helder*. Nederlandsche Dierkundige Vereeniging Catalogus der Bibliotheek vierde Uitgave. Oct. 1897, in-8°, 174 p.

Indes anglaises. — *Calcutta*. Rec. Geol. Surv. of India. XXX, 4, 1897.

R.-F. Mallet : On Nemaline from Afghánistán, p. 233-236. — T.-H. Holland : On a Quartz-barytes rock occuring in the Salem district, Madras Presidency, p. 236-242. — Fritz Noetling : Note on a worn femur of *Hippopotamus irravadicus*, p. 242-249 (pl. 19-20). — H.-H. Hayden : On the supposed coal at Jaintia, Bussa, Duars, p. 249. — T.-L. Waker : Percussion Figures on Micas, p. 250-251.

Italie. — *Modène.* B. Soc. Sismologica It. III, 6. 1897.

G. Agamennone : Il terremoto Laziale dell'8 Maggio 1897, p. 133-147. — A. Ricco : R. Osservatorio Geodinamico di Catania, p. 148-154 (3 fig.).

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. R. C. (5), VI, 11-12. Déc. 1897.

Luigi Palazzo : Risultati delle determinazioni magnetiche in Sicilia, e cenni sulle perturbazioni nelle isole vulcaniche e nei dintorni dell'Etna, p. 351-357. — Federico Millosevich : Studio cristallografico di alcuni derivati del pirrodiazolo.

— (5), VII, 1, Janv. 1898.

— B. R. Comitato Geol. It. (3), VIII, 1-2. 1897.

S. Franchi : Appunti Geologici e petrografici sui monti di Bussoleno nel versante destro della Dora Riparia, p. 3-46 (3 fig.). — C. Viola : Osservazioni geologiche fatte nel 1896 sui Monti Simbruini in Provincia di Roma, p. 46-53. — V. Sabatini : Sopra alcune roccie della colonia Eritrea, p. 53-70. — A. Stella : Contributo allo studio generico dei terreni alluvionali nelle valli alpine, p. 121-146 (pl. I). — C. Viola : La struttura carsica osservata in alcuni monti calcarei della provincia romana, p. 147-183.

Portugal. — *Porto.* Rev. Sc. Nat. e Sociaes, V, 18-19, 1897.

Russie. — *Saint-Petersbourg.* Ac. I. Sc. Bull. (5), VII, 2, 1897.

Ernst Koken : Die Gastropoden des baltischen Untersilurs, p. 97-214 (44 fig.).

— Annuaire du Musée Zool. 1897, 3.

Suisse. — *Genève.* Arch. Sc. phys. et nat. (4), IV, 12 ; V, 1.

Rollier : Note additionnelle à la défense des faciès du Malm. Réponse à M. Choffat. — Schardt : Les progrès de la géologie en Suisse pendant l'année 1896. — Schardt : Note préliminaire sur l'origine des lacs du pied du Jura suisse.

Séances des 7 et 28 Février 1898

1° Non périodiques

Bernard (F.). Sur quelques coquilles de Lamellibranches de l'île Stewart. Ex. B. Mus. Hist. Nat., 1897, 8°, 6 p. Paris, 1897.

— Etudes comparatives sur la coquille des Lamellibranches. Genres *Philobrya* et *Hochstetteria*. Ex. Journal de Conchyliologie, N° 1, 1897, 8°, 47 p., 1 pl. Paris, 1897.

Bleicher. Campagne du « Caudan » dans le golfe de Gascogne. Recherches sur les débris végétaux et les roches. Ex. Ass. univ. de Lyon, 8°, 8 p. Paris, 1896.

— Coloration des plaques minces de roches sédimentaires calcaires. Ex. Ass. franç. Congrès de Bordeaux, 1895, 8°, 4 p., 1 pl. Paris, 1895.

— Sur la découverte d'une nouvelle espèce de Limule dans les marnes irisées de Loirame. 8°, 11 p. s. d.

Brives (*A.*). Les terrains tertiaires du bassin du Chelif et du Dahra (Thèse doctorat). 4°, 136 p., 11 pl., 1 carte. Alger, 1897.

Brunhes (*J.*). Les principes de la géographie moderne. Ex. La Quinzaine, 8°, 34 p. Paris, 1897.

— Le septième congrès géologique international (Russie 1897). Ex. Ann. de Géog., N° 31, 8°, p. 74-83. Paris, 1898.

Davey. Une ancienne mine d'étain entre Abbaretz et Nozay (Loire-Inf.). Ex. B. S. Sc. Nat. de l'Ouest. 8°, p. 281-296. Nantes, 1897.

Joly (*G.*). De la solipédisation des équidés dans les temps actuels. 8°, 18 p. Toulouse, 1898.

Lebesconte et *Bezier*. Description stratigraphique des terrains quaternaires et des alluvions modernes de la vallée de la Vilaine dans la partie Est de la ville de Rennes. Ex. Bull. Soc. Sc. O., 8°, 14 p. Rennes, 1897.

Lebesconte (*P.*). Observations sur la valeur de certains caractères dans le classement des Trilobites. Ex. B. S. Sc. de l'Ouest, 8°, 3 p. Rennes, 1897.

2° Cartes

Russie. — Carte géol. de la Russie d'Europe, feuille 114, Astrakan, dressée par I. Mouchketov.

3° Périodiques

France. — *Amiens*. Bull. Soc. linnéenne du Nord de la France. XIII, N° 296, Avril 1897.

Auxerre. Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne. (4), I, 1897.

Rouyer : Sur le calcaire dit à Astartes du département de l'Yonne. — Peron : Une question de géographie rétrospective à propos d'une récente trouvaille paléontologique.

Avignon. Mém. Ac. de Vaucluse. XVI, 3, 4.

Pellat : Observations sur le terrain miocène des environs d'Avignon.

Béziers. Bull. Soc. d'ét. des Sc. Nat. XIX, 1896.

J. Miquel : Note sur la géologie des terrains secondaires et des terrains tertiaires du département de l'Hérault.

Bourg. Bull. Soc. Sc. Nat. et Archéol. de l'Ain. N°s 7-8, 1897-1898.

J. Tournier : Esquisse géologique de quelques terrains remarquables du département de l'Ain.

Chambéry. Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie. (2), II, 1896 ; III, 1897.

C. Poitevin : De l'utilité de la géologie dans les opérations militaires. — J. Revil : La formation des montagnes. — M. Vivieu : Excursion au Mont St-Michel. — Douxami : Etude géologique de la vallée de Couz (St-Pierre d'Entremont). — J. Revil : Excursion dans la vallée des Arves. — Hollande : Cours de géologie. Sources et nappes aquifères alimentant Chambéry. — J. Vivien : Description des gisements ligniteux de la vallée de Chambéry. — J. Révil : Excursion à Novalaise. — Hollande : Le Mont St-Michel et la colline de Curienne. — Douxami : La géographie physique. — Haug et Lugeon : Note préliminaire sur la géologie de la montagne de Sulens et son soubassement.

Grenoble. Trav. du laborat. de géol. de la Fac. des Sc.

Kilian, Leenhardt et Paquier : Notice explicative de la feuille Le Buis de la carte géologique de France. — Kilian, Lory et Paquier : Etudes géologiques dans les Alpes françaises et dans l'Ardèche. — Lory : Sur la tectonique du Dévoluy et des régions voisines à l'époque crétacée. — Kilian : La météorite de Laborel. — Lory : Remarques sur l'*Am. Calypso* d'Orb. — Paquier : Sur quelques rudistes nouveaux de l'Urgonien.

Moulins. Rev. sc. du Bourbonnais. XI, Nos 121-122, 1898.

Paris. Le Naturaliste. No 262.

St. Meunier : Observations sur la météorite tombée à Indarkh, gouvernement d'Elisabethpol, le 9 avril 1891.

— Ann. des Mines. (9), XIII, No 1, 1898.

— Soc. de Géog. CR. 18-20, 1897.

— Bulletin. (7), XVIII, 3.

— Bull. Muséum H. N. 7-8, 1897.

Glangeaud : Un exemple des divers faciès que peut présenter une formation géologique. Le Portlandien des Charentes. — L. Gentil : Le gisement de zeolites de Dellys (Algérie).

— Club Alpin fr. Bull. mensuel. No 1, 1898.

— Ac. des Sc. CR. CXXVI, 4-8, févr. 1898.

R. Nicklès : Sur le Callovien de la Woevre. — Gaillard : Sur l'âge des graviers quaternaires de Villefranche (Rhône). — B. Renault : Sur la constitution des cannels. — Duparc et Pearce : Sur le poudingue de l'Amour dans le val Ferret suisse. — Kilian et Haug : Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Ubaye. — J. Brunhes : Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales.

— La Nature. Nos 1287-1291, février 1898.

Lebois : Trois semaines de séjour dans un cratère. — Th. Moureaux : Anomalies magnétiques dans la Russie centrale. — St. Meunier : Le congrès géologique international en Russie.

— Ministère de l'Instruction publique. CR. du Congrès des Soc. savantes de Paris et des départements. Section des Sciences.

Proc. verb. des séances. Géologie. — Parat (Abbé) : Les grottes de la Cure. — Mazau-

ric : Le Gardon et son cañon inférieur. — Clémençot : Description du calcarimètre Clémençot. Dosage du calcaire et de la dolomie. — Vivier : Sur quelques secousses de tremblement de terre observées dans la Charente-Infre depuis 30 ans.

— Ministère de l'Instr. publ. Rev. des trav. sc. XVII, 10 et 11, 1898.

— Statistique de l'Industrie minérale et des appareils à vapeur pour l'année 1896.

Saint-Etienne. Soc. de l'Industrie minérale. (3), XI, 1, 1898.

Brard : Charbonnages d'Hongay (Tonkin).

— Soc. de l'Industrie minérale. CR. mensuels. Janv. 1898.

Duclos : Sur la mission envoyée en Chine par la Chambre de commerce de Lyon. — Eugène Bertrand : Sur l'origine de la Houille.

Toulouse. Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Garonne. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1895.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitschr. Ges. Erdk. XXXII, 5, 1897.

— Verh. Ges. Erdk. XXV, 1, 1898.

J. Walther : Vergleichende Wüstenstudien in Transkaspien und Buchara, p. 58-71.

— Zeitsch. D. Geol. Ges. XLIX, 3, Juillet-Sept. 1897.

E. Philippi : Revision der Unt. liasischen Lamellibranchiaten-Fauna von Kanonenberge bei Halberstadt, p. 433-444 (pl. 16). — A. Tornquist : Die Gattung *Euchondria* im Deutschen Culm, p. 445-449. — L. v. Ammon : Das Gipfelgestein des Elbrus nebst Bemerkungen über einige andere Kaukasische Vorkomnisse, p. 450-481 (3 fig.). — E Fraas : Reste von *Zanclodon* aus dem ob. Keuper von Langenberge bei Wolfenbüttel, p. 482-485 (1 fig.) — Cl. Schlüter : Zur Heimatfrage jurassischer Geschiebe im W. Germanischen Tieflande, p. 486-503. — C. Fr. Leith : Zur Kenntniss des Palaeozoïcum der Umgegend von Hofa. Saale, p. 504 (pl 17-18). — G. de Lorenzo : Der Vesuv in der 2. Hälfte des 16 Jahrhunderts, p. 561-567. — K. Futterer : Zur Kenntniss des Jura i. Ostafrika, Der Jura von Schoa (S. Abessinien), p. 568-627 (pl. 19-22). — H. Vater : Das Alter der Phosphoritlager der Helmstedter Mulde, p. 628-635. — J.-F. Pompeckj : Ueber Ammoniten aus dem Unt. Lias v. Portugal, p. 636-661 (pl. 23). — R. Beck und C.-A. Weber : Ueber ein Torflager i. älteren Diluvium des sächsischen Erzgebirges, p. 662-671. — G Sapper : Ueber die räumliche Anordnung der Mittelamerikanischen Vulkane, p. 672-682 (pl. 24).

— Sitzungsber. K. preussischen Ak. Wiss. XL-LIII, Oct.-Dec. 1897.

J.-H. van't Hoff et W. Meyerhoffer : Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen insbesondere des Stassfurter Salzlagers, p. 1019-1034.

Gotha. Petermanns Mitt. XLIV, 1, 2, 1898.

Th. Fischer : Das Moränen Amphiteater des Garda-Sees, p. 17-21. — R.-D.-M. Verbeek : Die Geologie von Java, p. 25-33 (pl. 3).

Stuttgard. Neues Jahrb. für Miner. Geol. Pal. 1898, I, 1.

Koken : Ueber untersilurische Gastropoden, p. 1-25. — Toula : Ueber *Protachy-*

ceras anatolicum n. f. ein neues Triasfossil vom Golfe von Ismid, p. 26-34 (1 pl.). — K. Busz : Calcit, Hornblende, Andesin aus dem Siebengebirge, p. 35-39. — R. Brauns : Ueber Polymorphie und die optischen Anomalien von chlor- und bromsauren Natron, p. 40-59 (8 fig.). — J.-E. Hibsch : Schädeltheil einer Saiga-Antilope (*Saiga prisca* Nehring ?) aus diluvialem Lehm der Umgebung von Tetschen a. d. Elbe, p. 60-63 (2 fig.).

Autriche-Hongrie. — *Cracovie.* Bull. internat. Ac. Sc. CR. Déc. 1897-Janv. 1898.

Vienne. Verh. K. K. Geol. Reichsanstalt. 1897, Nos 14-18, Oct. Déc.

J. Simionescu : Ueber eine Unt. cenomanfauna aus den Karpathen Rumäniens, p. 269-273. — Fr. Nopcsa : Ueber das Auftreten von Ob. Kreide in Hátszeger Thale in Siebenbürgen, p. 273-274. — Fr. v. Kerner : Der Geologische Bau der Insel Zlarin der Halb insel Ostrica und der zwischen beiden gelegenen 7 Scoglien, p. 275-282. — E. Tietze : Der VII internationale Geol. Congress in Petersburg, p. 286-307. — W. Hammer : Draxlehnerkalk bei Innsbruck, p. 314-317. — K.-A. Weithofer : Zur stratigraphischen Gliederung der mittelböhmischen Steinkohlen-Ablagerungen, p. 317-3.0 — J.-V. Zelizko : Zur Kenntniss des Mittelcambrium von Jinec in Böhmen, p. 320-324. — Fr.-E. Suess : Bemerkungen zu dem Erdbeben von Graslitz, p. 325-328. — E. Döll : Ein neues Vorkommen des Rumpfit, p. 329-331. — Fr.-E. Suess : Deis Gneissgebiet zw. Gross Bittesch, Namiest und Segengottes in Mähren, p. 331-332. — G.-C. Laube : Ueber Siluridenreste aus der Böhmischen Braunkohlenformation, p. 337-339. — Gornajović Kramberger : Die Gliederung des Pliocäns am S. Abhange des Agramer Geb., p. 339-341. — G Geyer : Uber ein neues Vorkommen palaeozoïscher, wahrsch. carbonischer Schichten bei Kötschach in den Gailthaler Alpen, p. 341-342. — Othenio Abel : Die Tithonschichten von Niederfellabrunn in Nied. Oesterreich und deren Beziehungen zur unteren Wolgastufe, p. 343-362.

— Berg-und Hüttenmännisches Jahrb. XLV, 3, 4, 1897.

— Schr. des Ver. zur Verbreitung Naturwiss. Kenntnisse. XXXVII, 1897.

Fr. Toula : Eine geologische Reise in die Transsylvanischen Alpen Rumäniens, p. 226-263 (8 pl.). — Fr. Wähner : Ueber Gesteinsschichtung und deren Einfluss auf die Gestaltung der Landschaft, p. 435-455 (1 fig.).

Belgique. — *Bruxelles.* Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrol. (2), XI, 1, 1897.

A. Rutot : Les origines du Quaternaire de la Belgique, p. 1-140 (12 fig., 1 pl.). — J. Lambert : Note sur les Echinides de la craie de Ciply, p. 141-144.

Liège. Ann. S. G. de Belgique. XXIII, 3, Sept. 1897.

CR de la session extraordinaire dans la vallée de l'Ourthe, 3 au 6 sept. 1892, p. LXXXVII-CXL. — CR. de la session extraordinaire tenue à Liège et à Bruxelles du 5 au 8 sept. 1896, p. CXL-CC (pl. 20). — Rallé : Le bassin houiller d'Héraclée (*suite*), p. 161 267 (pl. 3-19).

Espagne. — *Madrid.* Act. Soc. Esp. de H. N. 1898.

— R. Ac. de Ciencias. Discursos lesos en la Recepción pública del Excmo. Sr. D. Práxedes Mateo Sagasta, 66 p.

— Memorias. XVII, 1897.

D. Mariano de la Paz Graells : Fauna Mastodológica Iberica, 4°, 806 p. (29 pl.).

États-Unis. — *Boston.* Amer. Ac. Arts and Sc. XXXIII, 5-8, Oct.-Déc. 1897.

Chicago. Journal of Geology. V, 8, Nov.-Déc. 1897.

J.-C. Merriam : The Geologic Relations of the Martinez Group of California at the typical Locality, p. 767-775. — Reg. Aldworth Daly : Studies in the so called Porphyritic Gneiss of N. Hampshire, p. 776-794. — T.-C. Chamberlin : Supplementary Hypothesis respecting the Origin of the Lœss of the Mississipi valley, p. 795-802. — St. Weller : *Cryptodiscus* Hall, p. 803-808 (2 pl.). — Wm. Sidney Tangier Smith : A note on the migration of Divides, p. 809-812 (3 fig.). — F.-W. Cragin : Discovery of Marine Jurassic Rocks in SW. Texas, p. 813-820. — C. Iwasaki : Andendiorite in Japan, p. 821-824. — G.-H. Squier : Studies in the Driftless region of Wisconsin, p. 825-836. — T.-C. Chamberlin : Studies for Students : The method of Multiple Working Hypotheses, p. 837-848.

Denver. Bull. Colorado Sc. Soc. 1897, 11 ; 1898, 1.

— Proc. Févr. 1898.

Milton C. Whitaker : An Olivinite Dike of the Magnolia District and the Associated Pricrotitanite, p. 1-14.

Minneapolis. The Amer. Geologist. XX, 6, 1897.

C.-P. Berkey : Geology of the St-Croix Dalles, p. 345-383 (pl. 20-22). — Warren Upham : Drumlings containing or lying on modified drift, p. 383-387. — J.-M. Clarke : A Sphinctozoan Calcisponge from the Upper Carboniferous of Eastern Nebraska, p. 387-392 (pl. 23). — F.-W. Sardeson : On glacial deposits in the Driftless Area, p. 392-403.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. V, N° 26, Févr. 1898.

A. Agassiz : Islands and Coral Reefs of the Fije Group, p. 113-124. — J.-H. Pratt : Mineralogical Notes on Cyanite, Zircon, and Anorthite from N. Carolina, p. 126-129. — H.-A. Ward : Four New-Australian Meteorites, p. 135-141 (2 fig.).

Grande-Bretagne. — *Dublin.* R. Soc. Sc. Trans. (2), V, 13, Juillet 1896.

W.-J. Sollas : A map to show the distribution of Eskers in Ireland, p. 785-821 (pl. 69).

— (3), VI, 2-13, Mai-Nov. 1896.

Grenville A. J. Cole : The Rhyolites of the County of Antrim ; with a note on Bauxite, p. 77-114 (pl. 3, 4). — T. Rupert Jones : On Carboniferous *Ostracoda* from Ireland, p. 173-200 (pl. 11, 12). — Grenville A. J. Cole : On the Geology of Slieve Gallion, in the County of Londonderry, p. 213-246 (pl. 13-14). — J. Joly : On the volume change of Rocks and Minerals attending fusion, p. 283-304 (pl. 17-18).

— Sc. Proc. VIII, 5, Juillet 1897.

J.-R. Kilroe : Distribution of Drift in Ireland in its relation to Agriculture, p. 421-432 (pl. 15). — Report of the Comittee for Investigation on Bog-flow in Kerry, p. 475-507 (4 fig.).

— Proc. R. Irish Ac. (4), IV, 4, Déc. 1897.

J.-P. O'Reilly : On the constitution of the calp Shale of the Neighbourhood of Dublin, p. 563-569 (pl. 11).

Edimbourg. Scottish Geog. Mag. XIV, 2, Févr. 1896.

Londres. R. Soc. Proc. LXII, Nos 383-385, Janv.-Mars 1897. — Yearbook. 1897-98.

— Proc. Geol. Association. XV, 6, Fevr. 1898.

G. Dowker : On Romney Marsh, p. 211-223. — A. Irving : On the Geology of the Stort Valley, p. 224-236 (1 fig.).

— List of Members. Fevr. 1898.

— The Geol. Magazine. (4), V, 2 et 3. Févr.-Mars 1898.

H. Woodward : On the Antlers of a Red Deer from Alport, Derbiy shire, p. 49-51 (pl. 2). — J.-E. Marr, R.-H. Adie : The lakes of Snowdon, p. 51-61. — Wheelton Hind : On the Lifes Zones of the Carboniferous deposits, p. 61-69. — Maynard-Hutchings : The Contact-Rocks of the Great Whin Sill, p. 69. — J.-W. Judd : The earliest engraved geological Maps of England and Wales, p. 97-103. — Grenville A. J. Cole : On flame reaction of Potassium in Silicates, p. 103 106. — H. G. Seeley : On *Oudenodon* (*Aulacocephalus*) *Pithecops* from the Dicynodon Beds of East London, Cape Colony, p. 107-110. — Geo F. Harris : Narrative of a Geological Journey through Russia, p. 110-116. — P.-M -C. Kermode : The « Irish Elk » *Cervus giganteus*, in the Isle of Man, p. 116-119. — G. Pringle-Hughes : On the Red Deer, *Cervus elaphus* Linn., p. 119-122. — Maynard-Hutchings : The Contact-Rocks of the Great Whin Sill, p. 123-131.

— Quarterly Journ. Geol. Soc. LIV, N° 213, Févr. 1898.

J. Stanley-Gardiner : On the Geology of Rotuma, p. 1-11 (2 fig.). — J.-F. Blake : The Laccolites of cutch and their Relations to the other Igneous Masses of the District, p. 12-13. — D. Woolacott : An Explanation of the Claxheugh Section, p. 14. — J. Carter : A contribution to the Palaeontology of the Decapod Crustacea of England, p. 15-44 (pl. 1-2). — J. Donald : On the genus *Aclisina* de Koninck with Descriptions of British species and of some other Carboniferous Gasteropoda, p. 45 72 (pl. 3-5). — F.-H. Hatch : A Geological Survey of the Witwatersrand and other Districts in the Southern Transvaal, p 73-100 (pl 6, 6 fig.). — J. Parkinson : On the Pyromerides of Boulay Bay (Jersey), p. 101-118 (pl. 7). — G.-C.-H. Pollen : Exploration of Ty Newydd Caves, Tremeirchion. N. Wales, p. 119-134 (pl. 8, 4 fig.). — G.-I. Gardiner : The Bala Beds and associated Igneous Rocks of Lambay Island, p. 135-148 (pl. 9, 4 fig.).

— Abstracts of the Proc. N° 686-688.

— Geol. Literature added to the Geol. Soc. Library during the Year 1897. 1898, 196 p.

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXV, 12, 1898.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Pubblicazioni. I, 1896.

Index alphabétique.

— N° 292, 28 Févr. 1898.

— Atti Soc. Toscana di Sc. Nat. Processi. X-XI. Juill.-Nov. 1897.

P.-E. Vinassa de Regny : I. Molluschi degli strati con *Serpula spirulaea* e la posizione del piano di Priabona, p. 259-263. — G. d'Achiardi : Sulle anomalie ottiche dell' analcima di Montecatini in Val di Cecina (Pisa), p. 263-276.

Milan. Atti Soc. It. Sc. Nat. XXXVII, 2, Fév. 1898.

Fr. Salmojraghi : Contributo alla Limnologia del Sebino, p. 149-219 (carte).

Rome. Boll. R. Com. Geol. I, (3), VIII, 3, 1897.

B. Lotti : Cenni geologici sul Valdarno, p 209-216 — P. Toso : Del fosforo e dell' arsenico nei minerali al ferro dell' Isola d'Elba, p. 216-248 (6 fig.).

— Att. R. Ac. dei Lincei. R. C. VII, 2, 3 Janv.-Fév. 1898.

Turin. Mem. R. Ac. delle Sc. (2), XLVII, 1897.

G. Piolti : Sull' origine della Magnesite di casellette (Valdi Susa), p. 126-142 (1 pl.).

— Atti R. Ac. Sc. XXXII, 13, 14, 15, 1897.

A. Roccati : Ricerche sulla provenienza del materiale roccioso della collina di Torino, p. 816-829 (1 pl.).

Portugal. — *Lisbonne*. Direcção das Trabalhos Geol. Fauna Silurica de Portugal. 1897.

J.-F.-N. Delagado : Novas observaçoes acerca de *Lichas (Uralichas) Ribeiroi*, 4°, 34 p., 4 pl.

Russie. — *Moscou*. Bull. Soc. I. des Nat. 1897, 1, 4.

Saint-Pétersbourg. Comité géol. Mém. XIV, 5.

J. Muschketow : Geologische Untersuchungen in der Kirghisen Steppe un J. 1894, 4°, 27 p. (résumé en allemand).

— Bulletin. XV, 6-9 ; XVI, 1-2, 1897.

N. Iakowlev : Recherches géologiques faites en 1895 dans la partie N. du bassin houiller du Donetz, p. 189-199. — N. Sokolow : Recherches géologiques dans la partie N. du rayon métallifère de Kriwoï Rog et le long de la rivière Joltela, p. 201-223 (1 fig.). — N. Lebedef : les *Stromatoporoidea* d'après Nicholson, p. 225-248. — A. Stouckenberg : Recherches géologiques à l'Oural méridional, p. 219-257. — A. Netchaïew : Recherches géologiques dans la partie S. E. de la feuille 129, p. 53-74. — Krotow : Recherches géologiques dans le gouvernement de Vjatka en 1896, p. 75-102.

— Bull. Ac. I. Sc. (5), VI, 4-5, Avr.-Mai 1897. VII, 1, Juin 1897.

— Soc. I. des Nat. CR. XXVIII, 1897, 4-5.

B. Sémenov : Il est possible que l'Oxfordien moyen (Z. à *Peltoceras transversarium*) existe dans la Russie centrale, p. 181-184 (1 fig.) (résumé fr., p. 186-187).

Suède. — *Lund*. Act. Universitatis Lundensis. XXXIII, 1897.

Mats Werbull : Basiska Eruptiver in om V. Sillbergsfältet i Södra Dalarne, 36 p. (3 pl.). — L. Tornquist : On the Diplograptidae and Heteroprionidae of the Scanian Rastrites Beds, 22 p. (2 pl.). — Anders Hennig : Revision af Lamellibranchiaterna i Nillsons « Petrificata Suecana Formationis cretaceae », 66 p. (3 pl.).

Stockolm. Geologiska Föreningens Förhandlingar. XIX, 1897.

J.-J. Sederholm : Om indelningen af de prekambriska formationerna i Sverige och Finland och om nomenklaturen för dessa äldsta bildningar, p. 20-53. — Hj. Sjögren : Kainosit från Kogrufvan på Nordmarks fältet, p. 54-60. — E. Svedmark : Meddelanden on jordstötar i Sverige, p. 66-90. — Hj. Sjögren : Om några slamvulkanutbrott i Kaspiska regionen 1892-96, p. 91-105. — Om Retzian och dess sammansättning, p. 106-112. — H. Munthe : Om de S. R. « glaciala söttvattens bildningarnass » i Klågerups tracten ålder och bildningsätt, p. 120-136. — Knutt Kjellmark : Några Kalktuffer från Axberg i Nerike, p. 137-152 (1 fig.). — Hj. Sjögren : Om Boulangeritens Kristallform och kemiska sammansättning, p. 153-167. — G Holm : Palaeontologiska Notzer, p. 168-178 (3 fig.). — A.-G. Northbost : Egendomliga bildningar i sprickfyllonoder inom urberget vid Margretelund, Stockolms län, p. 177-183 (3 fig.). — K.-A. Grönwall : Ofversikt af Skånes yngre öfversiluriska bildningar, p. 188-244 (pl. 2-3). — Joh. Gunnar-Anderson : Om fosforitbildning och fosforitförande sediment, p. 245-295. — Walfr. Peterson : Om de Geologiska förhållandana i trakten omkring Sjangeli Kopparmalmsfält i Narrbottens län, p. 296-306 (pl. 4). — Helge-Bäckström : Thaumasit från Skottvångi Gåsinge socken af Nyköpings län, p. 307-310. — A. Hollender : Om nagra engendom ligheter i vatten dragens lopp i östra Småland, p. 355-360 (5 fig.). — A.-G. Nathorst : Ettmärkligt spår från Tessinisandstenen på Oeland, p. 361-365 (pl. 5). — Gerard de Geer : Om rullstensåsarnas bildningssätt, p. 366-388. — A. Hollender : Om några svenska issjöar och iselfar, p. 445-456 (pl. 7). — Gerhard Holm : Palaeontologiska notiser, p. 457-482 (pl. 8-9). — Axel Hamberg : Om kvickjocksfjällens glacierer, p. 513-521. — Om Glacierernas parallelsttruktur, p. 522-536.

Suisse. — *Genève*. Arch. Sc. phys. et Nat. (4), V, 2, Fév. 1898.

L. Duparc et Et. Ritter : Le mineral de Fer d'Ain-Oudrer (Algérie), p. 145-161.

Lausanne. Eclogae Geol. Helvetiae.

Schardt : Die exotischen Gebiete der N. Alpen, p. 233-250. — Ch. Sarasin : Affinités réelles de quelques Ammonites crétaciques, p. 251-252. — Mœsch : Mofetten im Unter Engadin, p. 253-255. — Schardt : Origine des Lacs du Jura, p. 257-261.

Séances des 7 et 21 Mars 1898

1° Non périodiques

Battandier et *Trabut* (*A.*). L'Algérie. In-16, 360 p. Paris, 1898.

Bruyant. Introduction à la faune de l'Auvergne. Notes de géographie biologique. Ex. Rev. scient. du Bourbonnais, 8°, 8 p. Moulins, 1898.

Dollfus (*G.*). Discussion sur la base de l'étage cénomanien. Ex. Feuille des Jeunes Naturalistes, 8°, 13 p. Paris, 1898.

Glangeaud (*Ph.*). Les Mammifères crétacés de la Patagonie. Ex. Rev. gén. des Sc., 4°, 11 p. Paris, 1898.

Gosselet (*J.*). Compte-rendu des excursions de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie à Givet. Ex. Bull. Soc. belge Géol., Pal. et Hydr., t. IV, 8°, 14 p Bruxelles, 1892.

Kalkowski (*E.*). Ueber einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Ueberschiebung bei Weinböhla in Sachsen. Ex. Isis, 8°, 10 p. Dresde, 1897.

Martonne (*E. de*). Die Hydrographie des oberen Nil-Beckens. Ex. Zeitsch. Ges. für Erdk., XXII, 8°, p. 303-342, 2 cartes. Berlin, 1897.

Mojsisowics (*E. von*). Zur Abwehr gegen Herrn Dr. A. Bittner. 8°, 10 p. Vienne, 1898.

Nicklès (*R.*). Sur le Callovien de la Woëvre. CR. Ac. Sc., février 1898.

— Feuilles de Metz, Bédarieux, St-Affrique. B. Serv. Carte géol. de France. CR. des Collaborateurs, 1897.

Révil (*J.*). Novalaise et ses environs ; excursion historique et géologique. Ex. Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie, 8°, 78 p. Chambéry, 1897.

2° Périodiques

France. — *Paris.* Le Naturaliste. Nos 264-265, Mars 1898.

Ph. Glangeaud : Les Oiseaux géants de la Patagonie. — H. Boursault : Vallée sèche d'effondrement près de Roisel (Somme).

— Ann. des Mines. [9], XII, 12, 1897 ; [9], XIII, 2, 1898.

G. Friedel : Note sur les sources minérales de Pougues. — L. de Launay : Etudes géologiques sur la mer Egée. Iles de Mètelin (Lesbos), Thamnos et Thasos.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXI, 1 (Janvier 1898).

A. Lacroix : Note sur les minéraux et les roches du gisement diamantifère de Monastery (Orange) et sur ceux du Griqualand. — A. Lacroix : Sur le sel gemme métamorphique de Salies du Salat.

— Soc. de Géographie. CR. N° 1, 1898.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. N° 2, Février 1898.

— Ac. Sc. CR. Nos 9-13, Février-Mars 1898.

N° 9. St. Meunier : Contribution à la géologie du Bas-Sénégal. — N° 10. Le Nordez : Une station préhistorique au Mont d'Huberville, près Valognes. — Michel-Lévy (A.) : Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur installé à Grenoble. — N° 11. Marcel Bertrand : L'expédition au Groenland de la Société de géographie de Berlin. — N° 12. H. Douvillé : Sur la classification phylogénique des Lamellibranches. — J. Seunes : Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzom et d'Aspe (Basses-Pyrénées).

— La Nature. Nos 1292-1294, Mars 1898.

N° 1292. St. Meunier : La falunière de Grignon. — N° 1293. X. Production minérale des Etats-Unis. — N° 1294. Zaborowski : Villages néolithiques des bords de la Seine.

— Journ. des Savants. Janvier et Février 1898.

— Soc. de Spéléologie Spelunca. Bull. III, N° 12 (1897).

— Ann. de Géographie. N° 32, 7e année, 15 Mars 1898.

A. Phillipson : Sur la tectonique de l'Egéide. — G. Lespagnol : Sur le caractère désertique de l'Australie intérieure (*suite*).

Saint-Etienne. Soc. Ind. minérale. CR. mensuels. Février 1898.

— Bull. (3). XI, 2, 1897. Congrès de Montluçon.

Castel : Discours d'ouverture : Géologie et Industrie minérale du département de l'Allier. — Villain : Conférence sur le captage des eaux potables.

Allemagne.— *Berlin.* K. Preuss. Geol. Landesantalt Abh. 26, 1897.

Verzeichnis von auf Deutschland bezüglichen Geologischen Schriften und Karten-Verzeichnissen von K. Keilhack E. Zimmermann et R. Michael.

Breslau. Jahresber. Schlesischen Ges. für vaterländische Cultur. LXXIV, 1897.

Gürich : Ueber Bleiglanz-Zinkblendestufen mit kohliger Substanz, II, p. 35-36. — Gürich : Ueber neuere Erscheinungen der Graptolithen Litteratur, p. 37-38. — Hintze : Ueber Phenakit von Striegau, p. 36-37. — Langenhan : Ueber Versteinerungen des Wealden von Bad Neundorf, p. 38-39. — Ueber Funde aus dem Felsit-Kugelporphyr von Rosenau a. d. Katzbach, p. 43-44.

— Ergänzungsheft.

J. Partsch : Litteratur der Landes und Volkskunde der Provinz Schlesien, N° 5.

Cassel. Geognostische Jahreshefte. IX, 1897.

Ulrich Söhle : Geologische Aufnahme des Labergebirges bei Oberammergau mit besonderer Berücksichtigung des Cenomans in den Bayerischen Alpen, p. 1-68 (pl. 1-8, carte). — Otto M. Reis : Die Fauna der Hachauer Schichten, I : Gastropoden, p. 67-104 (pl. 9-13).

Francfort. Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. XXI, 1, 1897.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika in den Jahren 1889-1895, von Dr A. Voeltzkow, 4°, 252 p., 11 pl., 3 cartes, 7 fig.

— XXIV, 1, 1897.

Ergebnisse einer zoologischen Forschungsreise in den Molukken und Borneo von Dr Willy Kukenthal, II : Wissenschaftliche Reiseergebnisse, 4°, 144 p., 14 pl.

Leipzig. Zeitsch. für Naturwiss. LXX, 4, Fevr. 1898.

Australie. — *Melbourne.* The Victorian Naturalist. XIV, 10, Fevr. 1898.

Sidney. R. Soc. of New S. Wales Proc. Nov.-Dec. 1897.

Nov. : J. Clunies Ross : The Basalts of Bathurst and the neighbouring districts, p. 3-4. — Dec. : Ralph Tate : A second supplement to a census of the Fauna of the Older Tertiary of Australia with an appendix on « Corals » by J. Dennant, p. 6-8.

Chili. — *Santiago.* Act. Soc. Scient. du Chili. VII, 4, 1897.

Valparaiso. Bol. Museo de H. N. I, 1, 2, Dec. 1897.

Espagne. — *Madrid.* R. Ac. de Ciencias. Annuario 1897. 8°, 317 p.

— Ac. Soc. Esp. de H. N. Fevr. 1898.

Barras : Craneos prehistoricos de Val-de-Dios, p. 42-44.

États-Unis. — *Chicago.* Journal of Geology. VI, 1, Fev. 1898.

J. W. Powell : An Hypothesis to account for the movement in the crust of the Earth, p. 1-9. — C. R. van Hise : Estimates and causes of crustal Shortening, p. 10-64. — Ch. S. Slichter : Note on the Pressure within the Earth, p. 65-78. — Wh. Cross : The Geological *Versus* the Petrographical Classification of Igneous Rocks, p. 79-91. — J. P. Iddings : On Rock classification, p. 92-111.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXI, 1, 1898.

G. K. Gilbert : Joseph Francis James, p. 1-11 (pl. 1). — N. H. Winchell : The Determination of the Feldspars, p. 12-49 (pl. 2-8). — I. C. White : The Pittsburg Coal Bed, p. 49-60.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. V, 27 Mars 1898.

N. H. Darton : Geothermal Data from Deep Artesian Wells in the Dakotas, p. 161-168 (2 fig.). — Ch. Newton Gould : On a Series of Transition Beds from the Comanche to the Dakota Cretaceous in SW. Kansas, p. 169-175 (1 fig.). — T. L. Walker : Examination of some Triclinic Minerals by means of Etching Figures, p. 176-185. — Wilbur C. Knight : Some new Jurassic Vertebrates from Wyoming, p. 186 (2 fig.). — Orville A. Derby : On the Accessory Elements of Itacolumite, and the secondary Enlargement of Tourmaline, p. 187-192. — G. F. Becker : Auriferous conglomerate of Transvaal, p. 193-208. — F. A. Gooch et Martha Austin : The Estimation of Manganese as the Sulphate and as the Oxide, p. 209-214.

Salem. Bull. Essex Inst. XXVIII, 7-12, Juil.-Dec. 1896.

Grande-Bretagne. — *Edinbourgh.* Geol. Soc. Trans. VII, 3, 1897.

J. G. Goodschild : On some of the Modes of Origin of Oil Shales, with Remarks upon the Geological History of some other Hydrocarbon compounds, p. 121-131. — J. Horne : Obituary Notice of Hugh Miller, p. 132-138 (pl. 4). — J. Henderson : On the Calton Hill and its relation to the Rocks in the Neighbourhood, p. 139-144. — J. Horne : On the Relation of Valley Moraines to underlying Strata in Coulin Forest, Ross-shire, p. 145-147. — Wm. Mackie : The Sands and Sandstones of Eastern Moray, p. 148-172. — H. M. Cadell : Note on occurrence of Vivianite in an old Lake bed at Cauldhame, near Linlith gow, p. 173. — Some Geol. Features of the Coast of W. Australia, p. 174-182. — A Visit to the New Zealand Volcaniczone, p. 183-200 (pl. 5-10). — J. G. Goodschild : On the Minerals of the Hilderston Silver Mines Linlithgow, p. 201-202. — Desert Conditions in Britain, Adress to the Geol. Soc. p. 203-222 (pl. 11). — J. Currie : The Minerals of the Tertiary Eruptive Rocks of Ben Moro, Mull, p. 223-229. — Ch. Lapworth : On Cambrian Hyolithes Sandstones from Nuneaton, p. 231-232. — J. T. Johnstone : On the Occurrence of Limestone Nodules containing cementstone Fossils in Glacial Deposits near Moffat, p. 233-235. — Goodschild : Remarks upon a recent Boring for Water at N. Berwick, p. 236-240. — M. F. Heddle : On Analcine with New Forms, p. 241-243 (pl. 12). — Campbell Browne : On the Occurrence of Gasteropods *(Platystomella Scotoburdigalensis)*

in a *Lepidodendron* from Craigleith Quarry, Edimbourg, p. 244-251 (pl. 13). — J. Currie : On Anaphyllite from Cape Colony, p. 252-253. — E. Greenly : Incipient Metamorphism in the Harlech Grits, p. 254-258. — J. G. Goodschild : On a Borehole through the Rochs of the Calton Hill, p. 259 (1 fig.). — F. Heddle : On the crystalline Forms of Riebeckite, p. 265-267 (pl. 15-16). — W. Gunn : On the Geology of the Isle of Arran, p. 268-276. — David J. Mitchell : The Greensand Fossils from Drift Beds at Moreseat, Cruden, E. Aberdeenshire, with Exhibition of Specimens collected, p. 277-285. — R. Richardson : Obituary Notice of J. Melvin, p. 286-289. — J. S. Flett : A Hypersthene Andesite from Dumyat (Ochils), p. 290-297 (pl. 17). — Wm. Mackie : On the Laws that govern the rounding of particles of Sand, p. 298-311 (pl. 18-19). — J. G. Goodschild : On the Excavations at the Leith Dock Extension, p. 312-316.

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXV, 14, 1898.

G. C. Greenwell : On the Correlation of the Dover and Somersetshire Coalfields, p. 378-393 (3 pl.). — G. Caldwell : On Hematite found in the Maypole sinking Pits, p. 393-394. — Holroyd-Barnes : Fossils from the Carboniferous Limestone, p. 394-396.

Italie. — *Florence*. Boll. delle Publicazioni It. 1898, N°s 290-293.

Rome. Boll. del Vulcanismo It. XX, 1-6.

Terremoti nella Città di Roma, p. 9-21. — Stefano de Rossi : Massimi Sismici Italiani nell' anno meteorico 1889, p. 61-80.

— Atti R. Ac. dei Lincei. RC. VII, 4 Fevr. 1898.

République Argentine. — *La Plata*. Reconnaissance de la Région Andine.

I. Fr. P. Moreno : Notes préliminaires sur une Excursion aux Territoires du Neuquen, Rio Negro, Chubut et Santa Cruz, 8°, 186 p., 42 pl., 1 carte.

Séances des 4 et 18 Avril 1898

1° Non périodiques

Caziot. Découvertes d'objets préhistoriques et protohistoriques faites dans l'île de Corse. Ex. Bull. Soc. Anthrop. de Paris, 8°, p. 463-476, 1898.

Cossmann. Mollusques éocéniques de la Loire-Inférieure. Fasc. III. Ex. Bull. Soc. H. N. de l'Ouest, 8°, 118 p., 10 pl. Nantes, 1898.

Depéret. Etude de quelques gisements nouveaux de Vertébrés pléistocènes de l'île de Corse. Ex. Ann. S. linn. Lyon, 8°, 18 p., 1 pl. Lyon, 1897.

Glangeaud (*Ph.*). Le Portlandien du bassin de l'Aquitaine. Ex. Bull. Carte géol. Fr , X, 62, 8°, 37 p., 1 carte. Paris, 1898.

Kilian (*W.*) et *Penck* (*A.*). Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du département de la Durance. Ex. CR. Ac. Sc., 17 Juin 1895.

Lambert (*J.*). Note sur les Echinides de la craie de Ciply. Ex. Bull. Soc. belge Géol., Pal. et Hydr., t. XI, 8°, 50 p., 2 pl. Bruxelles, 1897.

Penck (*A.*) et *du Pasquier*. Sur le lœss préalpin, son âge et sa distribution géographique. Ex. Bull. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel, 1895, 8 p.

Penck (*A.*). Geomorphologische Probleme aus Nordwest Schottland. Ex. Zeitsch. Ges. für Erdk. Bd. XXXII, 8°, 46 p., 1 pl. Berlin.

— Die Geomorphologie als genetische Wissenschaft. 6e Congrès international de Géographie, 8°, 18 p., Londres, 1895.

— Die Etsch. Ex. Zeitsch. D. und Oest. Alpen ver., 4°, 15 p. Graz, 1895.

— Glestcherstudien im Sonnblickgebiete. Id., 4°, p. 52-71, 1 pl. 1897.

— Morphometrie des Bodensees. Ex. Jahresb. der Geog. Gesellsch., 8°, 155 p., 1 pl. Munich, 1897.

— Glacialbildungen um Schaffhausen. Ex. Denksch. Schweiz. Naturforsch. Ges. Bd. XXXV, 4°, p. 159-179.

— Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode. Ex. Zeitsch. Ges. für Erdk. Bd. XXIX, 8°, p. 109-141. Berlin, 1894.

— Bericht über die Exkursion des X deustchen Geographentages nach Ober-Schwaben und dem Bodensee. 8°, 8 p. Berlin, 1893.

Piette (*Ed.*) et *de la Porterie*. Etudes d'ethnographie préhistoriques, fouilles à Brassempouy en 1896. Ex. l'Anthropologie, t. VIII, 8°, p. 165-173, 1 pl. Paris, 1898.

Portal (*E.*). Les origines de la vie et la Paléontologie. 8°, 49 p. Paris, 1898.

Rouyer (*E.*). Observations sur le calcaire dit à Astartes du département de l'Yonne. Ex. B. S. Sc. de l'Yonne, 1897, 8°, p. 49-78, 1 pl. Auxerre, 1897.

Skwortzow. Soleil, terre et électricité, un chapitre de la théorie nouvelle de la terre. (En russe), exposé en français. 8 p. Kharkow, 1898.

Spencer (*A. Cœ*). Geology of Massanutten Mountain in Virginia. 8°, 54 p., 1 carte, 1896.

Watrin (*N.*). Les ardoisières des Ardennes. 8°, 330 p. Charleville, 1897.

Zeiller (*R.*). Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896. Ex. Rev. gén. de Botanique, t. IX et X, 8°, 85 p., 2 pl. Paris, 1898.

2° Périodiques

France. — *Dunkerque*. Bull. Soc. pour l'encouragement des Sc., Lettres et Arts. 1897, fasc. 2.

Lille. Soc. Géol. du N. Ann. XXVI, liv. 3 et 4, 1897.

C. Eg. Bertrand : Caractéristique du charbon humique de Broxburn (Ecosse),

p. 129-135. — H. Parent : *Acanthoceras Cayeusi*, nouvelle Ammonite sénonienne, p. 135-138 — Rutot : Modification du littoral belge pendant la période moderne, p. 157-167. — L. Cayeux : Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, p. 168-186. — Ch. Barrois : Comptes-rendus des séances et excursions du congrès géologique international en Russie, p. 187-196. — J. Gosselet : Sur la craie du Laonnais et la présence de la dolomie dans la craie à Belemnites, p. 197-200. — Rabelle : La craie à Belemnites dans la région de Ribemont-sur-Oise, p. 201-210. — J. Ladrière : Note pour servir à l'étude du terrain quaternaire de la Somme, p. 210-226. — J. Ladrière : Sur une note de M. Mourlon annonçant la découverte d'ossements de Mammouth en Condroz à la station de Sovet, p. 239-243. — J. Gosselet : Géographie physique. VII. Ostrevant, p. 243-263.

Montbéliard. Société d'émulation. Mémoires. XXVI, N° 1.

Moulins. Revue Sc. du Bourbonnais. N° 124.

Paris. Ministère de l'Instruction publique. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale.

Recherches zoologiques (3e partie).

— Le Naturaliste. N° 266.

Ph. Glangeaud : Les ancêtres des Chats. p. 77-80. — St. Meunier : Bilobites artificiels, p. 81-83.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XX, N° 8, 1897, et XXI, N° 2, 1898.

— Soc. de Géogr. CR. 1898, N° 2.

— Ann. des Mines. (9), XIII, 3, 1898.

E. D. Levat : Recherche et exploitation de l'or en Guyane française, p. 386-440, 3 pl.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. (4), VIII, 5, 1897.

Zaborowski : Fouilles anciennes et nouvelles des villages néolithiques des environs de Choisy-le-Roi, p. 403-408. — Collin, Régnier et Fouju : La station de La Vignette, p. 421-428. — Vauvillé : Station néolithique de Venizel (Aisne), p. 453. — G. de Mortillet : L'Atlantide, p. 447-452. — Caziot : Découverte d'objets préhistoriques et protohistoriques dans l'île de Corse, p. 463-476. — E. Rivière : La grotte de la Mouthe, p. 484-490 et 497-501. — E. Rivière : Nouvelles recherches à Cro-Magnon, p. 503-508.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 1898, N° 3.

— Ac. Sc. CR. CXXVI. Nos 12-13-14-15.

J. Seunes : Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzom et d'Aspe (Basses-Pyrénées). — H. Douvillé : Sur la classification phylogénique des Lamellibranches.

— La Nature. Nos 1295 à 1298.

Ph. Glangeaud : Les premiers artistes, p. 259-262, 277-278. — J. F. G. : Les mines à Madagascar, p. 266. — St. Meunier : Le congrès géologique international, p. 283-284.

— Journ. de Conchyliologie. XLV, N° 3, 1897.

H. Fischer : Quelques remarques sur les coquilles quaternaires récoltées par M. E. Piette dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège), p. 193-202.

— L'Anthropologie. IX, 1, 1898.

S. Reinach : Statuette de femme nue découverte dans une des grottes de Menton, p. 26-31. — L. de Hoyos Sainz : L'Anthropologie et la Préhistoire en Espagne et en Portugal en 1897, p. 37-50.

— Soc. Botanique de Fr. Bull. (3), IV, 8-9, 1897.

Saint-Étienne. Soc. Ind. Minérale. CR. Mars 1898.

Allemagne. — *Berlin.* Ges. für Erdk. Zeitsch. XXXII, 6, 1897 ; XXXIII, 1, 1898.

G. Schweinfurth et L. Lewin : Beiträge zur Topographie und Geochemie des Ægyptischen Natron-Thals, p. 1-25 (pl. 1). — A. Philippson : Geographische Reiseskizzen aus Russland. Das Russische Flachland, p. 37-69.

— Verh. XXV, 1898, 2, 3.

Bonn. Sitzungsber. der Niederrheinischen Ges. für Nat. und Heilkunde. 1897, 2.

Rein : Das Eldorado am Klondike, p. 153 A. — Die Wüsten in Centralasien, p. 154 A.

— Verh. N. H. Ver. des Preussischen Rheinlands Westfalens und des Reg. Bez. Osnabrück. LIV, 2, 1897.

Damman : Die Wupper, p. 243-280. — Dütting : Neue Aufschlüsse im Saarbrücker Steinkohlenbezirke, p. 281-294 (pl. 3). — Hundt : Die Gliederung des Mitteldevons am N.W. Rande der Attendorn-Elsper Doppelmunde, p. 205-242 (pl. 2). — Knoop : Mittheilung über *Belemnites minutus*. — Middelschulte : Neue Aufschlüsse in der Kreideformation des N. O. Ruhrkohlenbezirkes, p. 295-303.

Gotha. Petermanns Mitt. XLIV, 3, 1898.

V. Drygalski : Die Eisbewegung, ihre physikalischen Ursachen und ihre geographische Wirkungen, p. 55-64. — Supan : Die Antarktische Forschung, p. 66-69. — Max Eckert : Die Karren od. Schratten, Resultate der Untersuchungen in d. Deutsch. Alpen, p. 69-71.

— Ergänzungsheft. N° 124.

A. Supan : Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche, 1898, 103 p., 3 pl.

Mulhouse. Soc. industrielle. Bull. Janv., Févr., Mars 1898.

Stuttgard. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1898, I, 2.

O. Mugge : Ueber Translationen und verwandte Erscheinungen in Krystallen, p. 71-159 (53 fig.). — F. Toula : Einige Illustrationen zu d. vorläufigen Berichten über meine Reisen in den Transsylvanischen Alpen Rumäniens, p. 160-162 (pl. 2-3). — E. Wadsworth : Zirkelit, eine Prioritätsfrage, p. 164. — K. Dalmer : Ueber die Beziehungen des Thuringit zum Chlorit. und über die chemische Constitution der Chloritgruppe, p. 165-168. — H. Metzke : Ueber die Darstellung von künstlichen Skorodit, p. 169-170. — F. Frech : Zur Geschichte des « Hercyn », p. 172-174.

Autriche-Hongrie. — *Budapest.* Földtani Közlöny. XXVII, 8-10.

Szádeczky Gyulá-tól : Sàtoralja-Ujhelytöll Eszaknyngatra, Ruda Bányácska és Kouácsuágas Közé esö terület Geologiai és Közettani tekintetben, p. 273-321 (pl. 1).

— Mitt. aus d. Jahrb. K. Ungar. Geol. Anst. XI, 6-7, 1897-1898.

Th. Posewitz : Das Petroleumgebiet von Kőrösmező (Marmaros), p. 301-308, pl. 11. — Peter Treitz : Bodenkarte der Umgebung von Magyar-Óvár (Ung. Altenburg.) p. 311-348, (pl. 12-14).

Cracovie. Bull. internat. Ac. Sc. CR. Févr. 1898.

Vienne. Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 1898, Janv. Fevr.

Jahresbericht des Directors, p. 1-60. — L. v. Tausch : Hornblende, Andesit bei Boikowitz, p. 61. — L. v. Tausch : Neue Funde von Nummuliten und Orbitoiden un Flyschgebiete nächst Schumitz bei Ungarisch Brod, p. 61-62. — Aristidides Brezina : Neue Beobachtungen an Meteoriten, p. 62-63. — F. v. Kerner : Die Geol. Verhältnisse der Mulden von Danilo und Jadrtovac bei Sebenico, p. 64-78.

— Ann. K. K. Nat. hist. Hofmuseums. XII, 2, 1897.

E. Cohen : Meteoreisen-Studien, p. 119-126.

Belgique. — *Liège.* Ann. Soc. Géol. de Belgique. XXIV, liv. 2.

A. Halleux : Distribution d'eau à Spa, p. 209-215. — G. Dewalque : Observations sur cette note, p. 215-219. — P. Destinez : Sur deux *Diplodus* et un *Chomatodus* de l'ampélite de Chokier et deux *Cladodus* de Visé, p. 219-225. — J. Fraipont et P. Destinez : Quelques nouveaux fossiles du calcaire carbonifère de Belgique, p. 225-237. — Briart : Les couches du Placard (Mariemont). Suite à l'étude sur la structure du bassin houiller du Hainaut dans le district du Centre, p. 237-256. — C. Malaise : Espèces nouvelles de la bande silurienne de Sambre-et-Meuse, p. 257-261.

Danemark. — *Copenhague.* Ac. R. des Sc. et des Lettres. Bull. 1897, 6 ; 1898, 1.

Espagne. — *Madrid.* Ac. Soc. Esp. de H. N. Mars 1898.

— Anales. (2), VI, Mars 1898.

D. Fed. Chaves y Pérez del Pulgar : Sobre las deformaciones de los Cristales de Cuarzo de Maro, p. 265-279.

États-Unis. — *Cambridge.* Museum of Comparative Zool. at Harvard College. XXXI, 6, Mars 1898.

Chicago. Journal of Geology. VI, 2, Fevr. Mars 1898.

Orville A. Derby : Brazilian evidence on the Genesis of the Diamond, p. 121-146. — J. Burr. Tyrrel : The Glaciation of N. Central Canada, p. 147-160 (pl. 5-6). — Ch. R. Keys : The Use of Local Names in Geology, p. 161-170. — Frank Leverett : The Weathered Zone (Sangamon) between the Iowan Loess and Illinoian Till Sheet, p. 171-181. — G. H. Squier : Studies in the Driftless Region of Wisconsin. II, p. 182-192. — J. A. Udden : Fucoids or Coprolites, p. 183-198 (pl. 7-8). — M. E. Wadsworth : Zirkelite, a Question of priority, p. 199-200.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), V, 28, Avr. 1898.

H. L. Preston : San Angelo Meteorite, p. 269-272 (4 fig.). — R. Chalmers : The Pre-Glacial Decay of Rocks in E. Canada, p. 273-282. — Oliver C. Farrington : Datolite from Guanajuato, p. 285-288. — S. L. Penfield and H. W. Foote : On clinohedrite, a new mineral from Franklin, p. 289-293. — W. E. Hidden et J. H. Pratt : On Rhodolite a new variety of garnet, p. 294-296.

Grande-Bretagne. — *Londres.* The Geol. Magazine. (4), V, 4, Avr. 1898.

J. W. Judd : The earliest Geological Maps of Scottland and Ireland, p. 145-149. — J. W. Gregory : A collection of Egyptian Fossil Echinoidea, p. 149-161 (pl. 5-6). — A. J. Jukes Browne : The origin of the Vale of Marshwood in W. Dorset, p. 161-168 (carte). — J. F. Blake : A revindication of the Llanberis unconformity, p. 169-177. — W. S. Gresley : The formation of Soil, p. 189-190. — J. Smith : Section exposed at the Dry Dock, Troon, Ayrshire, p. 190-191.

— R. Soc. Proc. LXII, Nos 386-388; LXIII, No 389.

J. Murray : The scientific advantages of an Antarctic Expedition, p. 424-434 (Remarks, p. 434-451). — J. E. S. Moore : On the Zoological Evidence for the connection of Lake Tanganyika with the Sea, p. 451-458 (3 fig.).

— Year Book. 1896-1897.

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. XLVI, 6 ; XLVII, 2.

H. Louis : On the Iron Industry of the Urals, p. 86-107 (2 pl.).

— An account of the Strata of Northumberland and Durham. U. Z. 1 vol., 238 p.

Italie. — *Florence.* Boll. delle Publicazioni It. 1898, No 295.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. RC. (5), VII, 5-6, Mars 1898.

P. Tacchini : Il terremoto nell' Emilia della sera del 4 Marzo 1898, p. 109-111. — G. Agamennone : Velocita di propagazione del terremoto di Pergamo 13-14 Nov. 1895, p. 162-166. — G. Vigo : Di alcune rocce filoniane della valle di Scalve, p. 172-176.

Russie. — *Moscou.* Bull. Soc. I. des Nat. Geol. Min. XXV, 1897.

N. Andrusow : Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens, 686 p., 15 fig. Résumé all., 115 p. Atlas 4°, 20 pl.

— XXVI, 5, 1898.

F. Lœwinson-Lessing : Etudes de pétrographie générale avec un mémoire sur les roches éruptives d'une partie du Caucase central, 404-xxvi p. Résumé fr., vii p. (5 pl.).

Saint-Pétersbourg. Soc. I. des Nat. CR. XXVIII, 7, 1897.

J. Tolmatschow : Biotitgranit vom Fluss Ussuri, p. 276-281 (russe).

Suisse. — *Genève.* Arch. Sc. phys. et nat. 103e année, (4), V, 3.

Montessus de Ballore : Les Etats-Unis sismiques, p. 201-216.

Lausanne. Société vaudoise des Sc. Nat. Bull.

J. Amann : Nouveau microscope pour la Géologie et la Paléontologie, p. 228-230. — O. Lavauchy : Nouvelle application des marbres de Saillon et améliorations apportées à leur exploitation, p. 231-235. — L. Gauthier : Les tremblements de terre dans le canton de Vaud de 1893 à 1897, p. 235-237.

Séances des 2 et 16 Mai 1898

1° Non périodiques

Andersson (*Frithiof*). Uber die quartäre Lagerserie des Restinge Klint auf Langeland. Biologisch-Stratigraphische Studie. 8°, 66 p. Upsala, 1897.

Bernard (*A.*). Hautes plaines et steppes de la Berbérie. Ex. Bull. Soc. Géog. Oran, 1898, 8°, 16 p.

Caraven-Cachin (*A.*). Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, palethnologique et agronomique des départements du Tarn et de Tarn-et-Garonne. 8°, 684 p., fig. Paris et Toulouse, 1898.

Kilian (*W.*) et *Haug* (*E.*). Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye. Ex. CR. Ac. Sc., 14 fév. 1898.

Merrill (*G.-P.*). Notes on the Geol. and Nat. Hist. of the Peninsula of Lower California. Ex. Rep. of the U. S. Nat. Museum for 1895, p. 969-994, 10 pl.

Mojsisovics (*E. von*), *Suess*, *Diener*, *Hoerness*, *Paul* et *Reyer*. Briefe zur Nomenclatur der oberen Trias. 8°, 9 p. Vienne, 1898.

Rabot (*C.*). Les variations de longueur des Glaciers dans les régions arctiques et boréales. 1re partie. Ex. Arch. Sc. phys. et nat., t. III, 8°, 86 p. Genève, 1897.

2° Périodiques

France. — *Mâcon*. Soc. Hist. Nat. Bull.

M. Biot : Fossiles à test siliceux du Bathonien moyen, p. 122.

Paris. Annuaire des Bibliothèques et des Archives pour 1898.

— Rev. critique de Paléozoologie. 2e ann., Nos 1-2.

Dr Trouessart : Vertébrés. — M. Cossmann : Ouvrages généraux et Paléoconchologie. — J. Lambert : Echinides. — G.-F. Dollfus : Insectes, Ostracodes, Zoophytes et Foraminifères. — G. Ramond : Trilobites. — G.-F. Dollfus : Cirrhipèdes, Entomostracés et Bryozoaires,

— Annuaire géol. universel. XVI, 1897, 368 p.

— Assoc. franç. pour l'avancement des Sciences, 26e session. St-Etienne, 1897.

— La Nature. Nos 1299-1302.

Zaborowski : Villages néolithiques des bords de la Seine (*suite*), p. 361-362.

— Soc. de Géogr. CR. N° 3, 1898.

— Bulletin, [7], XVII, liv. 4 et XIX, liv. 1.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. Avril 1898.

— Carte géol. détaillée de la Fr. (Mémoires pour servir à l'explication de la —).

Nentien : Etude sur la constitution géologique de la Corse, 224 p.

— Journ. des Savants. Mars et Avril 1898.

— Rev. des travaux sc. XVIII, Nos 1-2.

— Ac. Sc. CR. CXXVI, Nos 18-19.

W. Kilian et P. Termier : Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises, p. 1368-1369. — G.-F. Dollfus : Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon, p. 1369-1370. — E.-A. Martel : Sur l'éboulement de St-Pierre-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf, p. 1371-1373.

— Bull. Muséum H. N. 1898, Nos 1-2-3.

B. Renault : Sur les organismes des Cannels, p. 105-111, fig. — St. Meunier : Roches phosphatées du Bas-Sénégal, p. 111-113.

— Ann. des Mines. [9], XIII, 4e liv.

E.-D. Devat : Recherche et exploitation de l'or en Guyane (*suite*), p. 443-565, 3 pl.

— Le Naturaliste. Nos 267-268.

B. Renault et A. Roche : Sur une nouvelle plante fossile, *Syringodendron esnotense*, p. 102-104, fig.

Saint-Etienne. Bull. Soc. Ind. minérale. [3], XI, 3e liv., 1897.

M. Bertrand : Premières notions sur les charbons de terre, p. 551-599. — Smeysters : Conférence sur le bassin houiller belge, p. 621-636.

Allemagne. — *Gotha.* Petermanns Mitt. XLIV, 4, 1898.

Aussichts veränderungen in Thuringen Aufruf der D. Zentralcomm. für wissenschaftliche Landeskunde in Deutschland, p. 86. — W. Halbfab : Die Sien Frankreichs, p. 86-90.

Strasbourg. Mitt. Geol. Landesanstalt von Elsass-Lothringen. IV, 5, 1898.

E.-W. Benecke : Bericht der Direction der Geol. Landesuntersuchung von Elsass-Lothringen für das Jahr 1896, p. LXXXIII-CLXV. — A. Andreae : Die Foraminiferen des Mitteloligocäns der Umgebung von Lobsann und Pechelbronn in Unter-Elsass und Resultate der neueren Bohrungen in dortiger Gegend, p. 287-303. — A. Hermann : Beitrag zur Kenntniss des Vorkommens von Foraminiferen im Tertiär des Unter-Elsass, p. 305-327 (pl. 14).

Australie. — *Sidney.* New S. Wales Mineral Resources. Nos 1-2, 1898.

No 1. J.-E. Carne : On chromic Iron Ore, 16 p. — No 2. J.-E. Carne : On the occurence of Tungsten Ores in New S. Wales, 8 p.

— Rec. Geol. Surv. of New S. Wales. V, 4, 1898.

R. Etheridge : A New Form of Syringopora allied to Syringopora tabulata, p. 149-

153 (pl. 16). — Alex. Watt : Saddle Reefs at Hargreaves, p. 153-160. — W.-S. Dun : On the Fauna of the Devonian Boulders occurring at the White Cliffs Opal-Fields, p. 160-175 (pl. 17-18). — R. Etheridge : Paloeontologia Novae Cambriae Meridionalis, Occasional descriptions of New S. Wales Fossils N° 3, p. 175-179 (pl. 19). — W.-S. Dun : Stratigraphical and Palaeontological Notes N° 1, p. 179-183. — R. Etheridge et W.-S. Dun : The Australian Geological Record for 1896 with Addenda for 1891-95, p. 183-203. — E.-F. Pittmann : Kalgoorlite a new Tellunde Mineral from W. Australia, p. 203-204.

Autriche-Hongrie. — *Budapest.* Földtani Közlöny.

Karl Papp : Das Eocäne Becken von Forna in Vértes, p. 473-495 (pl. 2-3). — Gustav Moesz : Calcitund Baryt von Kőrösmező, p. 495-504 (pl. 4).

Cracovie. Bull. internat. Ac. Sc. CR. Mars 1898.

L. Adamitz : *Bos* (*brachyceros*) *europæus* n. sp., p. 88-103.

— Ak. Umiejetności W Krakowie : Sprawozdanie Komisyi Fizyograficznej obejmujace poglad na czynnosci dokonane w ciagu roku 1896 oraz Materyaly do fiziografii krajowej, 1897, 8°.

Konstanty Jasinski : Gleby pólnocno-zachodniej cześci pavlatu Zloczwoskiego pod wz gledem geologiczno-rolniczym, p. 29-43 (pl. I). — Tadensza Dománskiego : Opis geologiczno-rolniczy majatku Trzydnik Duzy, p. 44-55 (pl. 2).

Vienne. Verh. K. K. Geol. R. Anstalt. 1898, 3-6.

Sava Athanasiu : Ueber die Kreide ablagerungen bei Glodu in den nord-moldanischen Karpathen, p. 81-85. — C.-M. Paul : Ueber die Wienersandsteine der Erlafthales in Nied. Oesterreich, p. 86. — Fr. Kossmat : Die Trias Bildungen der Umgebung von Idria und Gerenth, p. 86-104. — Gorjanović Kramberger : Palæoichthyologische Bemerkungen, p. 105-106. — Th. Fuchs : Einige Bemerkungen über das Projeet eines internationalen schwimmenden Laboratoriums, p. 106-110. — Ed. Döll : Hornblende nach Granal, Chlorit nach Granal, Magnetit nach Pyrrhotin, eine neue Pseudomorphose, p. 110-111. — Ed. Döll : Dolomitischer Kal nach Magnesit, Gymnit nach Kämmerit, zwei neue Pseudomorphosen, p. 111-112. — J. Degger : Zur Geologie Untersteiermarks, p. 112-116. — E. Tietze : Zur Frage des internationalen flottanten Instituts für die Erforschung der Meere, p. 121-131. — G. Geyer : Ueber ein neues Cephalopoden Vorkomme aus dem Niveau der Buchensteiner Schichten bei Sappada (Bladen), p. 132-143. — A. Rosiwal : Ueber geometrische Gesteinsanalysen, ein einfacher Weg zur ziffermässigen Feststellung des Quantitäts Verhältnisses der Mineralbestandtheile gemengter Gesteine, p. 143-175.

— Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Széchenyi in Ostasien, 1877-1880, tome II, 4°, 740 p., 22 pl.

Belgique. — *Bruxelles.* Bull. Soc. belge de Géol., Pal. et Hydrol. X, fasc. II-III et XI, fasc. II-III.

P. Choffat : Les eaux d'alimentation de Lisbonne, p. 161-197. — R. Storms : Première note sur les Poissons wemmeliens (Eocène supérieur) de la Belgique, p. 198-240 (Pl. III-VI). — Kemna : La couleur des eaux, p 241-279. — V. Dormal : Les Ammonites du Jurassique belge, p. 280-287. — J. Lorié : Incrustations calcaires de la mare de Rokanje, p. 288-314 (Pl.). — Harmer : Le Tertiaire supérieur du bassin anglo-belge, p. 315-344. — Ed. Pergens : Bryozoaires des environs de Buda, p. 359-

368. — J. Hans : A quoi peut servir une Société de géologie dans le domaine des applications pratiques, 40 p. — J. Lambert : Note sur les Echinides de la craie de Ciply (*suite*). — O. Lang : De la formation des cavernes, p. 191-220. — A. Renard : La géographie dans l'enseignement supérieur en Belgique, p. 221-250. — X. Stainier : De la formation des cavernes, p. 251-272. — J.-C. van Mierlo : Marées quaternaires sur les côtes de Belgique, p. 273-283. — C.-E. Bertrand : Conférences sur les charbons de terre, p. 284-310.

Espagne. — *Madrid.* Act. Soc. Esp. de H. N. Avril 1898.

États-Unis. — *Baltimore.* Maryland Geol. Surv. I, 1897.

1. Bullock Clark : Introduction, p. 21-42. — 2. Historical Sketch, p. 43-138. — 3. Outline of Present Knowledge of the Physical Features of Maryland, p. 139-228. — 4. Edward Mathews : Bibliography and Cartography of Maryland, p. 229-332. — 4. A. Bauer : First Report upon Magnetic Work in Maryland, p. 403-530, 17 pl.

Chicago. The John Creerar Library 4 Ann. Rep. for 1897.

Granville. Denison University Sc. Laboratories. Bull. IX, 2.

Fr. Leverett : Changes in Drainage in S. Ohio, p. 18-21. — W.-G. Tight : Some Preglacial Drainage Features of S. Ohio, p. 22-32. — A Preglacial valley in Fairfield County, p. 33-37 (Pl. D-F, 4).

Halifax. Nova Scotian Inst. of Sc. Proc. and Trans. IX, 3, 1896-97.

E. Gilpin : On some Analyses of Nova Scotia Coals and others Minerals, p. 246-255.

Minneapolis. The Amer. Geologist. XXI, 2-3, Févr.-Mars 1898.

R. Ruedemann : Additional Note on the Oceanic currente in the Utica Epoch, p. 75-81 (pl. 9). — Warren Upham : Shell-Bearing Drift on Moel Tryfan, p. 81-86. — C.-F. Marbut : Cote Sans Dessein and Grand Tower, p. 86-90 (pl. 10). — A.-H. Elftman : The Geology of the Keweenawan Area in N. E. Minnesota, p. 90-110 (pl. 11). — J.-W. Spencer : An Account of the Researches relating to the Great Lakes, p. 110-123. — Ch.-P. Berkey : Geology of the St-Croix Dalles II, p. 139-155 (pl. 12-13). — J.-P. Kimball : Residual Conceptration by weathering as a Mode of Genesis on Iron Ores, p. 155-164. — W.-P. Blake : Oscillations of Level of the Pacific Coast of the United States, p. 164-165. — Warren Upham : Valley Moraines and Drumlins in the English Lake District, p. 165-170. — M.-E. Wodsworth : Some Methods of Determining the Positive ar Negative Character of Mineral plates in converging Polarized Light with the Petrographical Microscope, p. 170-175. — A.-H. Elftman : The Geology of the Keweenawan Area in N. E. Minnesota II, p. 175-188.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. VI, 29, Mai 1898.

T.-A. Jaggar : Some conditions affecting Geyser Eruption, p. 323-334. — G.-F. Becker : Determination of Plagioclase Feldspars in Rock Sections, p. 349-355 (pl. 3). — F.-L. Ransome : Some Lava Flows of the W. Slope of the Sierra Nevada, California, p. 355-375. — A.-H. Chester : Crennerite from Cripple Creek Colorado, p. 375-378. — W.-C. Knight : Some Jurassic Vertebrates from Wyoming, p. 378-382.

New-York. Am. Museum of N. H. Bull. X, 1897.

R.-P. Whitfield : On the Hypostome of *Lichas* (*Teraspis*) *Grandis* Hall, p. 45-46 (3 fig.). — Descriptions of New Species of Silurian Fossils from near Fort Cassin and elsewhere on Lake Champlain, p. 177-184 (pl. 4-5). — Descriptions of Species of

Rudistae from the Cretaceous Rocks of Jamaica, p. 185-196 (pl. 6-22). — D. Matthew : A Revision of the Puerco Fauna, p. 259-323.

Philadelphie. Proc. Ac. of N. S. 1897, 3, Oct.-Déc.

Persifor Frazer : Geological Section from Moscow to Siberia and Return, p. 405-457. — A. Pilsbry et Benj. Sharp : *Scaphopoda* of the San Domingo Tertiary, p. 465-476 (pl. 10-11). — S.-N. Rhoads : Notes an Living and Extinct Species of N. American Bovidae, p. 483-504 (pl. 12).

Washington. Smithsonian miscellaneous Collections. N° 1084.

Jas. Lewis Howe : Bibliography of the Metals of the Platinum Group, 8°, 318 p.

Grande-Bretagne. — *Dublin.* Proc. R. Irish. Ac. XXXI, 1-5.

W.-T. Calman : On Deep-sea Crustacea from S.W. of Ireland, p. 1-22 (pl. 1-2). — J.-W. Judd : On the Petrology of Rockall Island, p. 48-58 (pl. 12).

Edimbourg. R. Phys. Soc. Proc. Déc. 1897.

J.-G. Goodschild : Some Geological Evidence regarding the Age of the Earth, p. 259-308. — The Origin of the Bituminoid Cement of Caithness Flagstones, p. 316-327. — On the Mollusca of the Laminarian zone at Leith, p. 336-344. — R. Kidston : On *Cryptoxylon Forfarense* a new species of fossil plant from the Old Red-Sandstone, p. 360-363 (pl. 8-9). — R.-H. Traquair : Additional Notes on the Fossil Fishes of the Upper Old Red-Sandstone of the Moray Firth Area, p. 376-385 (pl. 10-11).

Londres. The Geol. Magazine.

E. Hull : Professor J.-W. Spencer on Changes of Level in Mexico, p. 193-195. — H.-H. Howorth : The Surface Geology of the N. of Europe as illustrated by the Åsar or Osar of Scandinavia and Finland, p. 195-206 (pl. 7). — F.-R. Cowper Reed : Notes on the Affinities on the Genera of *Cheiruridae*, p. 206-214. — J.-F. Blake : A revindication of the Llanberis Unconformity, p. 214-226.

— R. Soc. Proc. LXIII, N°s 390-393, Avr.-Mai 1898.

— Quarterly Journ. Geol. Soc. LIV, 2, Mai 1898.

G. Barrow : On the Occurence of Chloritoid in Kincardineshire, p. 149-156. — C. Fox-Strangways on Railway-sections between Lincoln and Chesterfield, p. 157-168 (pl. 10) — H.-H. Arnold-Bemrose : On a Quartz-rock in the Carboniferous Limestone of Derbyshire, p. 169-183 (pl. 11-12). — H.-W. Monckton : On some gravels of the Bagshat District, p. 184-195. — W.-S. Gresley : Some new Carboniferous plants and how they contributed to the formation of Coal-Seams, p. 196. — Cowe-in-tone : Additional facts from Various Countnes, p. 196. — E.-J. Garwood and J.-W. Gregory : Contributions to the Glacial Geology of Spitsbergen, p. 197-227 (pl. 13-19). — W.-J. Wharton : On Clipperton Atall (N. Pacific), p. 228-229 (pl. 20-22). — J.-J.-H. Teal : A phosphatized Trachyte from Clipperton Atall (N. Pacific), p. 230-233 (pl. 23). — Cl. Reid : The Eocene deposits of Devon, p. 234-238. — H. Hicks : Anniversary Address of the President (Proceedings, p. LI-CII).

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. XLVII, 3, Avr. 1898.

W. Merivale : Occurences and Mining of Manjak in Barbados W. Indies, p. 119-127.

Hollande. — *La Haye.* Arch. néerlandaises des Sc. exactes et nat. [2], I, livr. 4 et 5.

Italie. — *Modène.* Boll. Soc. Sismologica. III, 8, 1897.

S.-A. Papavasilion : Liste des tremblements de terre observés en Grèce durant l'année 1897, p. 175-183. — A. Ricco : Nuovo Rilevamento Topografico del Cratere centrale dell' Etna, p. 184-187. — G. Guzzanti : Sismocopio a dischetto con orologio, p. 188-190. — Emilio Oddone : Sismologia e Paleografia, p. 191-192.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. RC. VII, 6-8, 1898.

G. Agamennone : Velocità di propagazione del terremoto di Pergamo (Asia M.) della notte 13-14 Nov. 1895, p. 162-166. — G. Vigo : Di alcune rocce filoniane della valle di Scalve, p. 172-176. — D. Lovisata : Sobre alcune specie minerali nuove per la Sardegna, p. 246-250.

— Boll. R. Comitato Geol. It. (3), VIII, 4, 1897.

D. Zaccagna : Carta e Sezioni geologiche delle Alpi Apuane, p. 305-347. — M. Casetti : Sulle rilevamento geologico di alcune parti del' Apennino eseguito nel 1896, p. 347-371 (pl. 2).

Mexique. — *Mexico.* Mem. y Rev. Soc. cientifica Antonio Alzate. X, 5-12, 1896-97.

J.-G. Aguilera : Las fumarolas del Papocatépelt, p. 185-188. — C. Mottl : Observaciones sèismicas Mayo à Diciembre 1894 en Ouzaba, p. 241-252. — J.-L. Laguerenne : Apuntes acerca de concentracion de Minerales de Oro y Plata, p. 293-300 — Pedro C. Sanchez : Novimientos orogénicos, mado de interpretar la naturaleza de los erfuerzos, p. 401-409.

République Argentine. — *Buenos-Aires.* Ann. Soc. Sc. Argentina. Index, tomes I à XL, 168 p.

Suède. — *Upsala.* Zoologiska Studier.

Festskrift Wilhelm Lilljeborg tillegnad på Kans åttionde födelsedag af Svenska Zoologer, 4°, 360 p., 18 pl.

Suisse. — *Genève.* Arch. Sc. phys. et nat. 4e per., V, N° 4.

Lausanne. Eclogæ Geologicæ Helvetiæ. V, 5, Avr. 1898.

Schardt : Revue géologique pour 1896, p. 269-353. — Renevier : Ambiguïté du terme Norien, p. 356-358.

Zürich. Vierteljahrs Schrift der Naturforsch. Ges. XLII, 3-4, 1897.

J. Früh : Ueber Moorausbrüche, p. 202-237.

— Neujahrsblatt, 1898.

Séances des 6 et 20 Juin 1898

1° Non périodiques

Agamennone (*G.*). Il terremoto dell' India del 12 giuguio (1897) registrato in Europa. 8°, 7 p. Rome, 1898.

Böhm von Böhmersheim. Recht und Wahrheit in der Nomenclatur des oberen Trias. 8°, 31 p. Vienne, 1898.

Boule et *Farge*. Le Cantal. In-16, 316 p., 1 carte, fig. Paris, 1898.

Cala y Sanchez (*M.*). Geología del término de Morón, avec préface de S. Calderon. 8°, 92 p., 4 pl. Madrid, 1897.

Capellini (*G.*). Le piastre marginali delle *Protosphargis Veronenis*. Ex. R. Ac. delle Sc di Bologna, 1898. 8°, 19 p., 1 pl. Bologne, 1898.

Coudreau (*H.*). Voyage au Tocantins Araguaya. 4°, 298 p., 1 carte. — Voyage au Tapajoz. 4°, 210 p., 1 carte. — Voyage au Xingu. 4°, 230 p., 1 carte. Paris, 1897.

Fortin (*R.*). C. R. de la réunion tenue à Rouen le 3 octobre 1897 par la Société normande d'études préhistoriques. 8°, 14 p. Louviers, 1898.

Frossard (*Ch.*). Tremblements de terre dans les Pyrénées. 8°, 3 p., 1897.

— Minéraux pyrénéens (2 brochures). 8°, 7 p. et 15 p., 1898.

Geinitz (*H.-B.*). Die Calamarien der Steinkohlen Formation und des Rothliegenden im Dresdener Museum. Ex. Mitteil. K. Min. geol. und pal. Mus. in Dresden. 4°, 27 p., 1 pl. Leipzig, 1898.

Geikie (*A.*) et *Teall* (*J.-H.*). Notes on some specimens of rocks from the antartic regions. Ex. Proc. R. Soc. Edinburgh. 8°, 5 p. Edimbourg, 1898.

Meunier (*St.*). Nos terrains. 4°, 191 p., 24 pl. Paris, 1898.

Miquel (*J.*). Note sur la géologie des terrains tertiaires du département de l'Hérault. Le Miocène dans le canton de Capestang et la vallée de Cruzy. 8°, 41 p. Béziers, 1897.

Omboni (*G.*). Il gabinetto di Geologia della Reale universita di Padova. 8°, 52 p. Padoue, 1898.

Riaz (*de*). Description des Ammonites des couches à *Peltoceras transversarium* de Trept (Isère). 4°, 69 p., 18 pl. Lyon et Paris, 1898.

Rolland (*J.-G.*). Etudes sur les temps préhistoriques. 8°, 138 p. Paris, 1898.

Roman (*F.*). Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. Ex. Ann. Univ. de Lyon. 8°, 345 p. 9 pl. Paris, 1897.

Sacco (*F.*). Il pozzo trivellato di Alessandria. 8°, 3 p.

— Novita malacologiche. Ex. Riv. It. di Pal. ann. III. 8°, 4 p.

— Schema del Corsi di geologia applicata dettato durante l'anno 1897-1898. 8°. Turin, 1898.

— La geologia e le linee ferroviarie in Piemonte. 8°, 22 p. Turin, 1898.

— Essai sur l'orogénie de la terre (Abrégé). 8°, 4 p.

— I materiali da costruzione delle colline di Torino-Casale-Valenza. 8°, 20 p. Turin, 1898.

— Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria parte XXIII e XXIV. 8°, 4 p., 1898.

Sharmau (*G.*) et *Newton* (*E.-T.*). Notes on some additional fossils collected at Seymour Island Graham's Land. Ex. Proc. R. Soc. Edinburgh. 8°, 4 p., 1 pl., 1898.

Simionescu. Ueber die Geologie des Quellgebietes der Dimbovicisara (Rumánien). Ex. Jahrb. K. K. geol. Reichsanst. 8°, 52 p. Vienne, 1898.

Vassel (*E.*). La pintadine de Vaillant et l'acclimatation de la mère perle sur le littoral tunisien. 8°, 16 p. Tunis, 1898.

Zeiller (*R.*). Contribution à l'étude de la flore pteridologique des schistes permiens de Lodève. Ex. Bull. Mus. Marseille, t. I. 4°, 69 p. 2 pl., 1898.

DON DE Mme M. CHAPER

Jacobs et *Chatrian*. Le diamant. 4°, 364 p. Paris, Masson, 1884.

Lyell. The Antiquity of Man. 2e édition. 8°, 528 p. Londres, 1863.

Noble (*J.*). The Cape and South Africa. In-16, 218 p. Cape Town et Londres, 1878.

Vasco de Gama. Journal de voyage de — en MCCCCXCVII. Traduct. A. Morelet. 4°, 140 p. Lyon, 1864.

Raymond. Statistics of Mines and Mining in the States and territories West of the Rocky Mountains. 5 vol., 1870-1875.

Smithsonian Contributions to Knowledge, N° 287. Archæological Collection of the U. S. National Museum by C. Rau.

Annual Report of the Director of the Mint of Washington for the year 1887 and 1889. 2 vol.

2° PÉRIODIQUES

France. — *Avignon*. Mém. Ac. de Vaucluse. XVII, 1.

H. Nicolas : Glaciers du Mont-Ventoux et blocs de Belle-Vue, p. 85-98.

Bordeaux. Actes Soc. linnéenne. LI-LII.

H. Arnaud : Quelques observations sur les *Salenia* crétacées du S.-O., 35 p., 1 pl.

Bourg. Bull. Soc. Sc. Nat. et Archéol. de l'Ain. N° 10.

Tardy : Excursion géologique à Izernore, 4 p.

Caen. Soc. linnéenne de Normandie. Mémoires. XIX, 1 et 2.

G. Dollfus : Observations géologiques faites aux environs de Vernon, Louviers et Pacy-sur-Eure, 47 p., fig., 1 pl.

Lille. Soc. Géol. du N. Ann. XXVII, liv. 1.

J. Gosselet : Hydrographie des environs de Laon, p. 2-11. — A. Rabelle : Alluvion crayeuse des rives de l'Oise (Senercy), p. 11-13. — Excursion au Hamel. — J. Gosselet : Note sur le gîte de phosphate de chaux d'Haravesnes, p. 16-22. — Ch. Barrois : Sur le gisement des roches cristallines anciennes du massif de Paimpol,

p. 22-29. — Ch. Barrois : Sur les Hexactinellides de la craie de Lezennes, p. 31-33. — Leriche : Géologie de la forêt de Saint-Gobain, p. 33-42. — Lagaisse : Compte rendu de l'excursion à Crèvecœur et Cambrai, p 43-45.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. XIe année, N°s 125-126.

Paris. Soc. Botanique de Fr. Bull. XLIV.

— L'Anthropologie. IX, N° 2.

— Ann. de Géographie. 7e année, N° 33.

— Soc. de Spéléologie. Mémoires. N°s 12-13.

Mazauric : Le Gardon et son cañon inférieur, 246 p., fig. — Décombaz : Les grottes de la vallée de la Bourne et du Vercors, 54 p., fig.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel, 1898, N° 5.

— Soc. de Géogr. CR. 1898, N° 4.

— Rev. des travaux Sc. XVIII, N° 3.

— La Nature. N°s 1304, 1305, 1306, 1307.

Ph. Glangeaud : Ichthyosaures et plesiosaures, p. 391-393. — A. de Lapparent : Marmites torrentielles.

— Ac. Sc. CR. CXXVI, N°s 20, 21, 22, 23, 24.

A. Lacroix et P. Gautier : Minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme). — A. Gonnard et Adelphe : Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques de Chuquet-Genestous (Puy-de-Dôme). — F. Wallerant : Sur le polymorphisme. — H. Couriot : Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen. — G. Rolland : Sur le régime du bassin artésien de l'Oued-Rir (Sud algérien). — J. Bergeron : Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne Noire. — C. E. Bertrand : Caractéristiques du schiste bitumineux du bois d'Assou (Basses-Alpes). — Ph. Glangeaud : Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France. — Venukoff : Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. [4], VIII, 1897, fasc. 6.

L Manouvrier : Crânes humains quaternaires de Marcilly-s.-Eure et Bréchamps.

— Le Naturaliste. N°s 269, 270, 271.

St. Meunier : Eponge fossile, p. 113. — Ph. Glangeaud : La Bauxite, p. 114-116. — St. Meunier : Un mode d'éclatement du silex par la gelée, p. 137-140.

— Journal de Conchyliologie. XLV, N° 4.

H. Fischer : Résumé des travaux de M. F. Bernard sur le développement de la coquille des Pélécypodes.

Saint-Étienne. Soc. Ind. Minérale. CR. mens. Mai 1898.

— Bull. Soc. Ind. Minérale.

Allemagne. — *Berlin*. Sitzber. Ges. Naturfr. 1897.

Nehring : Pleistocäne Fauna der Belgischen Höhlen, p. 74-77. — Nehring : Mehrere neue *Spalax* Arten, p. 163-183, fig.

— Sitzungsber. K. Preussischen Ak. Wiss. 1898, 1-22.

— Ges. für Erdk. Verh. XXV, 4.

— Helios. XV.

H. Rœdel : Ueber rothgefarbten Diluvialmergel bei Frankfurt a. O., p. 65 69.

— Societatum Litterae. Juillet-Décembre 1897; Janvier-Mars 1898.

Leipzig. Zeitsch. für Naturwiss. LXX, 5-6.

Borckert : Das Diluvium der Provinz Sachsen in Bezug auf Bodenbau, Pflanzen und Thierverbreitung, p. 363-404. — Spangenberg : Neue Saurier aus Lias und Trias im Stuttgarter Museum, p. 405-409.

— Mitteil. Verein. f. Erdk. 1897.

Mulhouse. Bull. Soc. Industrie Min, Avril-Mai 1898.

Autriche-Hongrie. — *Budapest*. Jahresb. K. Ung. Geol. Anst. für 1895. Aufnamsberichte.

— Földtani Közlöny.

Moricz : Baro Ettingshausen Konstantin, 12 p. av. bibliographie. — Treitz : Sodaböden in Ungarn, p. 103-109. — Horusitzky : Die Lössgebiete, p. 109-114, 1 carte.

— Mitt. aus dem Jahrb. des K. Ungarischen Geol. Anstalt. XI, N° 8.

Von Inkey : Mezöhegyes und Umgebung von Agronom. Geol. Gesichtspunkte, p. 351-380, 1 carte.

Prague. K. Böhm. Gesellsch. Wissensch. Jahresber. für 1896-1897.

Vienne. Berg- und hüttenmännisches Jahrb. XLVI, 1-2.

De Launay : Beitrag zum Studium der Erzlagerstätten, p. 30-196.

Espagne. — *Madrid*. Act. Soc. Esp. de H. N. Mai 1898.

États-Unis. — *Boston*. Boston Soc. Nat. Hist. Memoires V, 3.

— Proc. Boston Soc. of Nat. History. XVIII, 6-7.

T. G. White : A contribution to the petrography of the Boston basin, p. 117-156.

Cambridge. Proc. Am. Ac. Arts and Sc. XXXIII, 10, 11, 12.

— Mus. compar. Zool. at Harvard College. Bull. XXXII, 1-3; XXXIII, 9.

Chicago. Journal of Geology. Vol. VI, N° 3,

J. P. Iddings : Chemical and mineral relationships in igneous rocks, p. 219-238. — F. Leverett : The weathered zone (Yarmouth) between the Illinoian and Kansan till sheets, p. 238-244. — F. Leverett : The peorian soil and the wheatered zone (Toronto formation ?), p. 244-250. — Newsom : Geol. section across S. Indiana, p. 250-257. — A. C. Weatch : On the Ohio Valley in S. Indiana, p. 257-273. — T. O. Mabry : The brown or Yellow Loam of N. Mississipi and its relations to the N. Drift, p. 273-303. — St. Weller : Classification of the Mississipian series, p. 303-315.

Meriden. Proc. and Trans. of Scient. Assoc. VIII.

Minneapolis. American Geologist. XXI, 4.

Jaggar : Occurence of acid pegmatyte in diabase, p. 203-213, 1 pl. — Sederholm : Geology of the environs of Tammerfors, p. 213-219. — Brigham : On trellished drainage in the adirondacks, p. 219-222, 1 pl. — Winchel : On some ressemblances between the Archean of Minnesota and of Finland, p. 222-229. — Keyes : Use of the terme Augusta in Geology, p. 229-235. — Upham : Drumlins in Glasgow, p. 235-244.

Salem. Bull. Essex Institute, XXX, 1-6.

Topeka. Kansas Acad. of Sc. XV.

Smyth : Closing of Michigan glacial lakes, p. 23-27. — Beede : Stratigraphy of Shawnee County, p. 27-34. — Willeston : Pleistocene of Kansas, p 90-94. — Smyth : Buried moraine of Shuganunga, p. 94-104. — Beede : The Mac Pherson *Equus* beds, p. 104-111. — Willeston : Vertebrate remains from Kansas Permian, p. 120-122.

Washington. Smithsonian miscellaneous Collections. N° 1087.

E. S. Holden : A catalogue of earthquakes on the Pacific Coast, 250 p.

Grande-Bretagne. — *Londres*. Proc. Geol. Assoc. XV, 7.

E. T. Newton : Palæolithic Man, p. 246-263. — Salter : Pebbly and other Gravels in Southern England, p. 264-286.

— The Geol. Magazine. Dec. IV. Vol. V, N° 6.

J. Gregory : Ægyptian fossil Madreporaria, p. 241-251, 2 pl. — J. Cole : Meshwork-structures in Rocks sections, p. 252-255. — Stanley Jevons : A numerical scala of texture for Rocks, p 255-257. — H. Howorth : The surface geology of N. Europe, p. 257-266.

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXV, 15-16.

F. G. Meachem : Further notes on irruptions of coal into the « Thick Coal » workings at Hamstead colliery. — H. Bolton : Nomenclature of the seams of the Lancashire Lower Coal Measures.

Italie. — *Florence*. Boll. Publ. Ital. Mars-Juin ; Index 1897.

Modène. Boll. Soc. Sismologica. III, 9.

Pise. Il Nuovo Cimento. [4], VII, Février 1898.

Mexique. — *Mexico*. Mem. y Rev. Soc. Sc. Antonio Alzate. X, 5-12.

Aguilera et Ordoñez : Solfatares du Popocatepelt, p. 185-188. — Mottl : Observations sismiques à Orizaba en 1894, p. 241-251. — Sanchez : Mouvements orogéniques. Moyen d'interpréter la nature des efforts.

Suède. — *Stockholm*. Sverig. Geol. Undersökn. Ser. C, N°s 161 *a* et *b*, 163 à 171, 173 à 175.

G. de Geer : Om Skandinavien geographiska Utveckling, 160 p., 6 cartes. — G. Holm : Apikalándan hos *Endoceras*. 23 p., 6 pl. — F. Svenonius : Belysning af eruptives betydelse för Fjällbildningarna, 31 p., 1 pl. — A. G. Högbom : Högsta marina gränsen i Norra Sverige, 25 p., 1 pl. — Gunnar Andersson : Centraljämtska issjön, 38 p., pl. — E. Svedmark : Jordstötar i Sverige, 29 p., 1 pl. — Bäckström :

Vestanåfältet, en petrogenetisk Studie L°, 113 p., 8 pl. (Résumé en anglais). — A. G. Högbom : Ismånda sjöarne i Jemtland, 18 p. — K. A. Grönvall : Skånes Yngre of versiluriska bildningar, 59 p., 2 pl. — W. Peterson : Geologiska förhållåndena i trakten omring Sjangeli Kopparmalmsfält, 13 p., 1 pl. — G. de Geer : Rullstensåsarnes Bildningsstätt, 23 p. — Erdmann : Sveriges Geologiska Undersökningsutställning i Stockholm 1897. — Hjalmar Lundbohm : Kiirunavaara och Luossavaara jernmalmsfält, 69 p., 3 pl., 1 carte.

Suisse. — *Lausanne.* Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. [4], XXXIV, 127.

A. Schenk : Restes humains provenant des sépultures néolithiques des environs de Lausanne, p. 1-62, 9 fig.

Genève. Arch. Sc. phys. et nat. 4e période, V, Nos 5-6.

Duparc et Mrazec : Phénomènes d'injection et de métamorphisme exercés par la protogine et les roches granitiques en général, p. 450-470. — A. Schenk : Sur les ossements humains des sépultures néolithiques de Chamblandes, du Chatelard et de Montagny-sur-Lutry, p. 536-549.

Uruguay. — *Montevideo.* Ann. del Museo nacional. II, 8.

Séances des 7 et 21 Novembre 1898

1° Non périodiques

Anastasiu (*V.*). Contribution à l'étude géologique de la Dobrogea (Terrains secondaires). 8°, 133 p., 1 carte. Thèse pour le doctorat. Paris, 1898.

Angelis (*Joaquin de*). Contribucion a la fauna paleozoica de Cataluña. 8°, 7 p. Barcelone, 1898 (Trad. espagn. J. Almera).

— Descripcion de los Briozoos fossiles pliocenicos de Cataluña. 8°, 17 p., 1 pl. (Trad. esp. J. Almera).

— Descripcion de los Antozoos fossiles pliocenicos de Cataluña. 8°, 26 p., 1 pl. (Trad. esp. J. Almera).

Arnaud (*H.*). Observations sur le *Cidaris pseudopistillum* Cott., *Brissopneustes aturensis*. Ex. Act. Soc. linn. Bordeaux, LIII, 8°, 18 p., 1 pl., 1898.

Baret (*Ch.*). Minéralogie de la Loire-Inférieure. Ex. B. Sc. Nat. Ouest, 8°, 178 p., 19 pl. Nantes, 1898.

Bernard (*A.*). Revue bibliographique des travaux géologiques de l'Afrique septentrionale. Ex. B. Soc. géog. Alger, 8°, 23 p., 1898.

Bertrand (*C.*). Conférence sur les charbons de terre (2e conférence à la Soc. belge de géologie). Ex. B. Soc. belge géol., t. XI. 8°, 310 p. Bruxelles, 1898.

Bigot (*A.*). Dépôts pleistocènes et actuels du littoral de la Basse-Normandie. CR. Ac. Sc., 16 août 1897.

Leriche. Excursions en Basse-Normandie par les élèves des Facultés des Sciences. Ex. Ann. S. géol. Nord, XXVI, 8°, p. 87-115, 1897.

Bigot (*A.*). Progrès des sciences géologiques en Basse-Normandie de 1875 à 1895. Ex. Bull. Soc. linn. Norm., 8°, p. 90-122. Caen, 1897.

— Notice sur la feuille des Pieux de la Carte géologique. Ex. B. Carte G. CR. Collab., 1897, 8°, 4 p.

— Leçon d'ouverture du cours de géologie à l'Université de Caen en 1896. Ex. B. Soc. linn. Norm., 8°, p. 153-181.

— Les Dinosauriens.

Boerlage (*J.-F.-G.*). Recherches pétrographiques sur les roches éruptives des îles Jersey, Serq et Guernesey. 8°. 102 p. Genève, 1898.

Browne. Réponse à l'article de M. G. Dollfus sur les limites du Cénomanien. Ex. Feuille J. Natur., 1898.

Bucquoy, Dautzenberg et *Dollfus* (*G.*). Mollusques marins du Roussillon, t. II, fasc. XIII. Pelecypoda (*fin*). 8°, p. 693-884, 4 pl.

Chauvet et *Rivière*. Station quaternaire de la Micoque. Ex. Ass. fr. Av. Sc. Congrès 1897. 8°, 11 p., 1 pl.

Choffat (*P.*). Etudes paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Espèces nouvelles ou peu connues (Dir. trav. géol. Port.). 4°, 84 p., 22 pl. Lisbonne, 1898.

Clementi (*J. Morgan*). Studies on somes examples of Rock variation. Ex. Journ. of Geol., VI, 8°, 20 p. Chicago, 1898.

Corcelle (*J.*). La géographie et l'éducation nationale. Ex. Rev. de Géog., 1898, 8°, 8 p.

Cossmann (*M.*). Estudio de algunos Molluscos Eocenos del Pirineo Catalan. Ex. B. Com. Mappa Geol. de Esp., 8°, 32 p., 10 pl. Madrid.

Coudreau (*H.*). Voyage à l'Itaboca et à l'Itacayuna. 4°. 158 p., 40 cartes. Paris, 1898.

Dereims (*A.*). Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon. 8°, 198 p., 1 carte. Paris. 1898. Thèse pour le doctorat.

Duparc (*L.*) et *Mrazec* (*L.*). Phénomènes d'injection et de métamorphisme exercés par la protogine et les roches granitiques en général. Ex. Arch. Sc. phys. et nat., 8°, 20 p. Genève, 1898.

Duparc (*L.*) et *Ritter* (*E.*). Le minerai de fer d'Aïn Oudrer (Algérie). Ex. Arch. Sc. phys. et nat., 8°, 17 p., Genève, 1898.

Duparc (*L.*). et *Pearce*. Sur le poudingue de l'Aumour dans le Val Ferret (Suisse). CR. Ac. Sc., 14 fév. 1898.

Dupin (*E.*). Essai sur la recherche des origines géologiques du globe terrestre. 8°, 45 p. Aurillac, 1898.

Fliche (*P.*). Les naturalisations forestières en France et la Paléontologie. 8°, 16 p. Besançon, 1898.

— Note sur les bois fossiles de Mételin. Ex. Ann. des Mines, 1898, 8°, 15 p.

— Note sur les tufs du Brabant (Vosges) et les variations du noisetier commun. 8°, 8 p., 1 pl.

Ficheur (*E.*). La Kabylie du Djurjura. 4°, 407 p., 2 pl. Alger, 1891.

Fritch (*A.*). Studien in Gebiete der böhmischen Kreideformation. VI, Die Chlomeker Schichten. Ex. Arch. d. naturw. Natürdurchforsch. von Böhmen Bd. X, 8°, 83 p. Prague, 1897.

Fourtau (*R.*). La côte ouest du Sinaï. Etude de géographie physique. Ex. B. Soc. khédiv. de géog., 8°, 33 p. Le Caire, 1898.

Hankar. Réunion de la Société belge de géologie en France (Août 1895). Ex. B. Soc. belge géol., pal., hyd., t. IX, 8°, p. 427-466. Bruxelles, 1896.

Haug (*E.*). Revue annuelle de géologie, 1898. Ex. R. gén. Sc., IX, p. 495-503.

— Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie. Ex. Ass. franç., 1898, 8°, p. 366-376.

Gaudry (*A.*). Le nouveau Musée de Paléontologie. Ex. Rev. des Deux-Mondes, oct. 1898, p. 799-824.

Gosselet (*J.*). Etude préliminaire des récents sondages faits dans le Nord de la France pour la recherche du bassin houiller. Ex. Ann. S. géol. Nord, 8°, p. 139-149, 1 pl. Lille, 1898.

— Introduction du cours de géologie appliquée (Novembre 1896). 8°, 6 p. Lille.

— Notes sur la carte géologique des planchettes de Gédinnes et Willerzies. Ex. Ann. Soc. géol. Nord, XXVII, 8°, p. 107-138. Lille, 1898.

— Hydrographie des environs de Laon. Ex. Ann. Soc. géol. Nord, XXVII, 8°, p. 2-11. Lille, 1898.

— Limites supérieures et latérales des couches de craie phosphatée d'Etaves et de Fresnoy. Ex. Ann. Soc. géol. Nord, XXVI, 8°, p. 119-125. Lille, 1897.

Gosselet (*J.*) et *Malaise*. Sur la terminaison occidentale du massif ardoisier de Fumay. Ex. Ann. Soc. géol. Nord, XXVII, 8°, p. 59-64. Lille, 1898.

Kayser (*E.*). Weitere Beiträge zur Kenntniss der älteren paleozoischen Faunen S.-Amerikas. Ex. Zeitsch. D. G. Ges. 1898, 8°, 7 p., 1 pl. Berlin, 1898.

Kilian (*W.*). Sur une nouvelle ammonite des calcaires du Fontanil (Isère). Ex. Ass. fr. Av. Sc. 1898, 8°, 3 p., 1 pl.

— Sur la découverte de restes de *Lophiodon* dans les sables siliceux des Echelles (Savoie). 8°, 13 p., 1 pl. Grenoble, 1898.

— Documents pour servir à la géologie des Alpes françaises. Ex. Ass. fr. Av. Sc. 1898, 8°, 7 p., 1 pl.

— Sur divers faits nouveaux de la géologie des Alpes dauphinoises. Ex. CR. Ac. Sc., 7 novembre 1898.

— Feuilles Briançon, Aiguilles, Digne, Die. Ex. B. Carte Géol. CR. Collab. 1898, 8°, 10 p.

— et *Zurcher*. Feuilles Aiguilles et Briançon. Nouvelles observations sur les schistes lustrés. Ex. B. Carte géol. CR. Collab., 1898, 8°, 4 p.

— et *Haug*. Notice géologique sur la vallée de Barcelonnette. In-16, 16 p. Montpellier, 1898.

Lapparent (*A. de*). Le Vésuve et la Somma. Ex. Ann. Club Alpin Franç. 8°, 16 p., 1897.

— Soulèvements et affaissements. Ex. Rev. Quest. Scient., 8°, 33 p. Liège, 1898.

Laville (*A.*). Gisement à corbicules de Cergy. Ex. B. Soc. Anthrop. 8°, p. 57-71. Paris, 1898.

— Limons et graviers quaternaires à silex de la Glacière, Bicêtre et Villejuif. Ex. l'Anthropologie, t. IX, 8°, 20 p., 1898.

Lorenz (*P.*). Die Fische des Kantons Graubünden (Schweiz). 8°, 135 p., 1898.

Marion (*A.*) et *Laurent* (*L.*). Examen d'une collection de végétaux fossiles de Roumanie. Ex. Ann. Geol. Pal. Bucharest, 8°, 23 p., 2 pl.

Martonne (*E. de*). Problèmes de l'histoire des vallées, Enns-Salzach. Ex. Ann. Géog., t. VII, 8°, p. 385-403. Paris, 1898.

Martin (*David*). Galets duranciens des collines de Provence. Ex. B. Soc. ét. Hautes-Alpes, 8°, 24 p. Gap, 1898.

Olinto de Pretto. L'epoca glaciale e la teoria orografica. Ex. B. Club Alpin ital., t. XXXI, 8°, 19 p. Turin, 1898.

— Degradazione delle Montagne e sua influenza sui ghiaccai. Ex. B. S. g. ital., t. XVI, 8°, 28 p. Rome, 1896.

Ordonez (*Ezequiel*). Note sur les gisements d'or du Mexique. Ex. Soc. Ant. Alzate, 1898, 8°, 24 p. Mexico.

Peron. Une question de géographie rétrospective à propos d'une récente trouvaille paléontologique. Ex. B. S. Sc. Yonne, 1897, 8°, 13 p. Auxerre.

Penck (*A.*). Die Tiefen des Hallstätter und Gmündenersees. 15 p. Vienne, 1898.

Polis (*P.*). Le climat de l'Eifel et des Hautes-Fagues. Ex. Congr. intern. d'Hydrol. à Aix-la-Chapelle, 8°, 14 p., 1898.

Pomel. Carte géologique de l'Algérie. Monographies paléontologiques : Hippopotames ; Rhinoceros quaternaires ; Eléphants quaternaires ; Bœufs taureaux ; Bos elaphes Ray ; *Bubalus antiquus* ; Antilopes Pallas ; Caméliens et Cervidés. 8 fasc. 4°.

Popovici (*V.*). Etude géologique des environs de Campulung et de Sinaïa (Roumanie). Thèse pour le doctorat, 8°, 217 p. Paris, 1898.

Prestwich. The Solent River-Drift deposits in Britain (Œuvre posthume). Ex. Geol. Magazine, 8°, 18 p. Londres, 1898.

Ramond (*G.*). Etude géologique sur l'aqueduc-égout d'Achères. 8°, 6 p., 1 carte.

Raveneau (*L.*). Travaux des Russes dans l'Asie septentrionale. Ex. Ann. Géog., t. VII, 8°, p. 351-440. Paris, 1898.

Renevier (*E.*). Rapport à la Commission des Musées de Lausanne, 1897.

— Ambiguïté du terme Norien et son inadmissibilité dans la classification internationale. 8°, 3 p., Lausanne, 1898.

Richter. Les variations périodiques des glaciers, 1897 (Commiss. intern. des glaciers, 3e rapport). 8°, 34 p. Genève, 1898.

Rouville (*P. de*). Une leçon familière d'anatomie du globe terrestre. 8°, 68 p., 3 pl. Montpellier, 1898.

Sauvage (*H.*). Poissons et Reptiles du Crétacique et du Jurassique du Portugal (Dir. Trav. géol. du Portugal). 4°, 47 p., 10 pl. Lisbonne, 1898.

Schardt. Régions exotiques du versant nord des Alpes suisses. Ex. B. Soc. Vaud. Sc. Nat., 1898, 8°, p. 113-218.

Simionescu. Ueber einige Ammoniten mit erhaltenen Mundsaum aus dem Neocom des Weisenbachgrabens bei Gölling. Ex. Beitr. zur Pal. Œsterreich.-Ungarns, t. XI, 4°, 4 p.

Smith (*G. Otis*). The Rocks of Mount Rainier. 4°, 10 p.

Tesseyre. Zur Geologie der Bacauer Karpathen. Ex. Jahrb. K. K. g. Reichsanst., 1897, 8°, 170 p., 2 pl. Vienne, 1898.

Thieulleu. Les véritables instruments de l'âge de la pierre. 4°, 70 p., 21 pl. Paris, 1898.

2° Cartes

Canada. — Commission géologique. Cartes accompagnant le Rapport annuel (VIII, 1895). Péninsule du Labrador, 4 feuilles 1/1.584.000.

Russie. — Carte Géologique du district de l'Altaï publiée par la Section géologique du cabinet de Sa Majesté. 1898.

3° Périodiques

France. — *Avignon*. Mém. Ac. de Vaucluse. XVII, 2.

Belfort. Bull. Soc. belfortaise d'Emulation. 17, 1898.

Bourg. Bull. Soc. Sc. Nat. et Archéol. de l'Ain. 11-12, 1898.

Tournier : Esquisse géologique de quelques terrains remarquables du département de l'Ain. Trias et Infra-Lias (*Suite*), p. 79-85.

Charleville. Bull. Soc. H. N. des Ardennes. [1], IV.

St. Meunier : Théorie des phosphorites sédimentaires (analyse par M. Pigeot). — Bestel : Excursion à Braux, Bogny, La-Roche-aux-Corpias.

Dunkerque. Bull. Soc. pour l'encouragement des Sc., Lettres et Arts. 1898, 1.

Lille. Soc. Géol. du N. Ann. XXVII, 3.

J. Gosselet : Note sur la carte géologique des Planchettes de Gedinne et de Willerzies (*Suite*), p. 113-139, 1 pl. — J. Gosselet : Etude préliminaire des récents sondages faits dans le Nord de la France pour la recherche du bassin houiller, p. 139-150. — E. Van den Broeck : La Météorologie endogène et le Grisou, p. 150-178. — Ch. Barrois : Découverte de la faune silurienne de Wenlock à Liévin (Pas-de-Calais), p. 178-180. — Ch. Barrois : Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne), p. 180-183. — J. Péroche : Les balancements polaires, p. 183-188. — Sondages aux environs de Lille, p. 188. — Rutot : Excursion géologique aux environs de Mons, p. 189-192.

Mâcon. Bull. Soc. Hist. Nat. 10-11.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. 127-128.

Paris. Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 6-10, Juin-Octobre 1898.

— Soc. de Géographie. Bull. [7], XIX, 2e trim. 1898.

— Revue critique de Paléozoologie. II, 2.

G. Ramond : Trilobites. — G. Dollfus : Cirripèdes et Entomostracés. — M. Cossmann : Paléoconchologie. — G. Ramond : Polyplacophores. — J. Lambert : Echinides. — G. Dollfus : Bryozoaires.

— Soc. d'Anthropologie. [3], II, 2.

— Ass. fr. pour l'Avancement des Sciences. 26e Session. Saint-Etienne, 1897. 2e partie.

C. Bertrand : Charbons humiques et charbons de purins, p. 328-340. — C. Bertrand : Caractéristique du Kerosene shale de la Nouvelle-Galles du Sud, p. 345-346. — A. Vaflier : Terrain carbonifère des environs de Mâcon, p. 346-352. — W. Kilian : Sur une nouvelle Ammonite des calcaires du Fontanil (Isère) (*Hoplites Albini*, n. sp.), p. 353-355. — W. Kilian : Documents pour servir à la géologie des Alpes françaises, p 356-362. — B. Renault : Sur une nouvelle Diploxylée du Culm, p. 363-364. — E. Haug : Quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie, p. 364-376. — H. Nicolas : Fossiles des Baux ; étude sur la faune malacologique du Danien, p. 377-393. — H. Nicolas : Etude des terrains tertiaires des environs d'Avignon (Miocène) et revision des *Antedon* de ce niveau, p. 394-413. — G. Ramond : Considérations géologiques sur les travaux entrepris pour l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris, p. 413-417. — W. Grosseteste : Phénomène d'Argostoli dans l'île de Céphalonie, p. 416-421. — L. Gentil : Gisement zéolithique du cap Djinet (Alger).

— Mémoires de la Soc. de Spéléologie. III, 14-16.

A. Viré : Les Pyrenées souterraines (1re campagne), p. 59-96. — H. et K. Skorpil : Sources et pertes des eaux en Bulgarie, p. 99-138. — C. Siegmeth : Notes sur les cavernes de Hongrie, p. 141-164.

— Spelunca. IV, 13-14.

E. A. Martel : L'éboulement de St-Pierre-Livron. — E. A. Martel : Les grottes Monnard (Bouches-du-Rhône). — J. Galimard : Les caveaux de Verpant (Côte-d'Or). — F. de Villenoisy : Une course en Oisans, un aven à explorer. — E. A. Martel : Les grottes de Mègevette (Haute-Savoie). — M. Chiris : La grotte de Magnagose (Alpes-Maritimes). — E. A. Martel : Contamination de la source de Sauve (Gard). — A. Marrel : Chances de contamination de la fontaine de Nîmes (Gard). — Trampler : Fouilles de la Burghohle (Moravie). — Miss Luella A. Owen : La caverne de cristal (Dakota).

— Journal de Conchyliologie. XLVI, 1.

Mayer-Eymar : Coquilles fossiles des terrains tertiaires inférieurs, p. 22-33, 2 pl.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXI, 3-4-5.

— Soc. de Géogr. CR. 1898, 5-7.

— Service Carte Géol. de Fr. Bull. 61-63.

E. Ritter : Le massif du Haut-Giffre, 23 p., 3 pl. — Ph. Glangeaud : Le Portlandien du bassin de l'Aquitaine, 37 p., 1 carte. — Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1897, 176 p.

— Ann. des Mines. 1898, 5-10.

E. Levat : Recherche et exploitation de l'or en Guyane, p. 569-617. — A. Pourcel : Gisements de Manganèse de Tchiatour (Caucase), p. 664-675. — M. Bertrand : Le bassin crétacé de Fuveau et le bassin houiller du Nord, p. 5-85. — Chesneau : Rôle de l'oxyde de carbone dans les conséquences des explosions de grisou, d'après J. Haldam, p. 86-94. — A. Bordeaux : Le Murchisonrange et ses champs aurifères, p. 95-108.

— Rev. des Travaux Sc. XVIII, 4-7.

Analyses. Paléontologie. Minéralogie, p. 305-338, 405-408. — CR. du Congrès des Sociétés savantes à Paris en 1897. — Montpillard : Emploi de la photographie pour la représentation des roches et des minéraux. — B. Renault : Etude détaillée d'un gisement fossilifère (Esnost, près Autun). — A. Bigot : La vallée de l'Orne aux environs de Caen. — M. Belloc : Glaciers et cours d'eaux souterrains du versant nord des Monts Maudits. — Procès-verbaux des séances de la Section de géologie.

— Journ. des Savants. Mai à Octobre 1898.

E. Blanchard : La spéléologie, p. 367-377, 551-563.

— Ac. Sc. CR., t. CXXVI, 25-26 ; CXXVII, 1-20.

Ficheur : Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine, p. 1826-1828. — B. Renault : Les micro-organismes des Lignites, p. 1828-1831. — Gosselet : Résultats des récents sondages pour la recherche de la houille dans le nord de la France, p. 162-163. — Gaudry : Présentation d'une Note sur Victor Lemoine et ses découvertes à Cernay, p. 165. — L. A. Fabre : Sur le déplacement vers l'est des cours d'eau qui rayonnent du plateau de Lannemezan, p. 203-206. — R. Zeiller : Sur un Lepidodendron silicifié du Brésil, p. 245-247. — B. Renault : Fructifications des Macrostachya, p. 284-286. — Ameghino : Sur l'Arhinolemur du Tertiaire du Parana, type nouveau de Mammifère, p. 395-397. — E. Rivière : Les tufs de la Gaubert (Dordogne), p. 401-402. — A. Lacroix : Les filons granulitiques et pegmatiques des contacts granitiques de l'Ariège, leur importance théorique, p. 570-572. — A. Forel : Circulation des eaux dans le glacier du Rhône, p. 572-574. — A. E. Martel : Nouvelles observations dans la grotte de Han-

sur-Lesse, p. 641-643. — A. Lacroix : Les roches à axinites (Limurites) des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées, p. 673-676. — St. Meunier : Etude expérimentale de la sédimentation souterraine, p. 676-677. — R. Nicklès : Tectonique des terrains secondaires du sud de la Montagne-Noire, p. 678-680. — W. Kilian : Divers faits nouveaux de la géologie des Alpes dauphinoises, p. 738-740. — Ch. Depéret : Sur le gisement des vertébrés aquitaniens de Pyrimont (Savoie), p. 787-789. — L. Pervinquière : Sur un faciès particulier du Sénonien de Tunisie, p. 789-791.

— La Nature. 26e année, 1308-1329.

E. A. Martel. Eboulement de Saint-Pierre-Livron, p. 83. — Ph. Glangeaud : Les Mestpfœffers, p. 198-199. — J. F. Gall : Recherche de la houille dans le Bas-Boulonnais, p. 267. — G. : Mésaventures de géologues, p. 290-291.

— Le Naturaliste. Nos 272-281.

E. Massat : Le granite, p. 150-151. — Ph. Glangeaud : 1. Volcans du N. de l'Amérique, p. 166-169 et 174-176. — 2. L'évolution des poissons amphibiens, p. 197-200. — E. Massat : Un nouveau fossile français, p. 185-186. — St. Meunier : La gélivité des silex de la craie, p. 209-211. — B. Renault : Constitution des lignites, p. 221-224.

— Soc. d'Anthropologie. Bull. 1898, fasc. 1-2-3.

Thieullen : Les véritables instruments usuels de l'âge de la pierre, p. 40-42. — A. Laville : Gisement chelleo-moustiérien à corbicules de Cergy, p. 56-69. — A. Laville : Les sables et limons quaternaires à silex taillés de Villejuif, Bicêtre et Paris, p. 186-198. — G. de Mortillet : Statuette fausse des Baoussé-Roussé, p. 147-152. — R. Verneau : A propos de l'Atlantide, p. 166-171. — R. Verneau : Objets provenant d'une grotte des Baoussé-Roussé, p. 182-184.

— Soc. Botanique de Fr. Bull. [3], V, 1898, 1-5.

— Nouvelles Arch. du Muséum H. N.

A. Lacroix : Le gypse de Paris et les minéraux qui l'accompagnent, p. 201-296, 16 pl. — A. Lacroix : Notice nécrologique de A. des Cloizeaux, p. XV-XLII.

— Bull. Muséum H. N. 1898, 4-5-6.

B. Renault : Sur les organismes des Cannels, p. 204-209. — A. Lacroix : Les phénomènes métamorphiques du granite de Querigut (Ariège), p. 210-212. — B. Renault : Sur la constitution des lignites, p. 282-290.

— Ann. de Géographie. Nos 34-35-36.

Zürcher : Le relief du sol dans la partie S. des Basses-Alpes, p. 329-350, 1 carte, 4 photog. — Raveneau : Travaux des Russes dans l'Asie N., p. 351-363. — E. de Martonne : Problèmes de l'histoire des vallées, Enns-Salzach, p. 385-404. — A. Michel-Lévy : Le Morvan et ses attaches avec le massif central, p. 404-428. — Raveneau : Travaux des Russes (*Suite*), p. 429-440. — Zimmermann : Le régime glaciaire au Groenland, p. 441-457, 4 photog. — Bibliographie de 1897.

— L'Anthropologie. IX, Nos 3-4.

De Bissing : Les origines de l'Egypte, p. 241-258 et 408-417. — A. Laville : Etudes des limons et graviers à silex taillés de La Glacière, Bicêtre et Villejuif, suivies d'une note sur un gisement de silex taillés à Mantes-la-Ville, p. 278-298. — A. Gaudry : La galerie de Paléontologie du Muséum, p. 320-324. — De Nadaillac : Les argilites taillées de Trenton, p. 336-338.

Saint-Étienne. Bull. Soc. Ind. Minérale. [3], XI, 1897 ; XII, 1898.

Semur. Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. [2], N° 10.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. D. Geol. Ges. L, 1, Janv.-Mars 1898.

Fr. Winterfeld : Der Lenneschiefer, p. 1-53. — W. Weissermel : Sind die Tabulaten die Ausläufer der Alcyonarier? p. 54-78. — L. Finckh : Zur Kenntniss der Gabbro und Serpentingesteine von Nord-Syrien, p. 79-146 (pl. 1). — P. Oppenheim : Paläontologische Miscellaneen, p. 147-167. — E. Böse : Ueber Lias in Mexico, p. 168-175 (pl. 2-3). — Fr. Frech : Ueber marine Dyas-Brachiopoden aus Australien, p. 176-182 (pl. 4). — J. Böhm : Ueber *Ammonites Pedernalis* v. Buch, p. 183-201 (pl. 5-7). — C. Ochsenius : Ueber junge Hebungen, p. 202-203. — G. Boehm : Ueber das fossile Trittpaar im Tertiär des badischen Oberlandes, p. 204-206. — A. Philippi : Berichtigung eines Geolog. Irrthums, p. 207-208.

— Zeitsch. f. praktische Geol. 1898, n°s 1-11.

F. Beyschlag : Die Kobaltgänge von Schweina in Thüringen, p. 1-4. — J. H. L. Vogt : Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Structur, and seine mechanischen Eigenschaften, p. 4-16, 43-52. — R. Beck : Die Excursion des VII Geol. Congress nach dem Ural, p. 16-26. — R. Michael : Die Geolog. Landesaufnahme Belgiens, p. 41-43. — F. v. Richthofen : Der geolog. Bau von Schantung (Kiautschu) mit besonderer Berücksichtigung der nutzbaren Lagerstätten, p. 73-84. — R. Zuber : Kritische Bemerkungen über die modernen Petroleum-Enstehungs-Hypothesen, p. 84-94. — F. Beyschlag : Die Manganeisenerzvorkommen der Lindener Mark bei Giessen in Oberhessen, p. 94-96. — R. Beck : Die Zinnerzlagerstätten von Bangka und Billiton, p. 121-127. — A. Macco : Die Excursion des VII Geol. Congresses nach dem Donetzbecken, p. 127-135. — J. Blaas : Ueber die Geol. Position einer Trinkwasserquelle in den Alpen, p. 135-139. — A. Macco : Geol. Verhältnisse von Krwoi Rog in E. Rússland unter besonderer Berücksichtigung der Eisenerzlager, p. 139-150. — R. Beck : Die Diamantlagerstätten von Newland in W. Griqua Land, p. 163-165. — A. Macco : Die Excursion des VII Geol. Congress nach dem Kaukasus und der Krime, p. 196-206. — J. H. L. Vogt : Ueber die relative Verbreitung der Elemente, besonders der Schwermetalle, p. 225-238, 314-327, 377-392. — H. Potonié : Die Pflanzenpaläontologie im Dienste des Bergbaues, p. 238-249. — H. Mentzel : Die Lagerstätten der Stahlberger und Klinger-Störung im Thüringer Wald, p. 273-278. — M. Klittke : Die Geol. Landesaufnahme von New S. Wales, p. 278-292, 305-314. — E. Hussak : Der goldführende kiesige Quarzlagergang von Passagem in Minas Geraes, Brasilien, p. 345-357.

— Sitzungsber. K. Preussischen Ak. Wiss. Mai-Juill. 1898.

Klein : Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie, p. 317-331. — Klein : Ueber einen ausgezeichneten Buntkupfererz krystall vom Frasnitzgletscher, Gros Venedigerstock, Tyrol, p. 385-386. — J. H. Van't Hoff et Dr. A. P. Saunders : Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der occanischen Salzablagerungen insbesondere des Stassfurter Salzlagers, p. 387-393, 487-490, 590-597. — E. Cohen : Uber das Meteoreisen von Cincinnati, Vereinigte Staaten, p. 428-430. — C. Klein : Ueber Buntkupfererz aus Tyrol, p. 521-523.

— Ges. für Erdk. Verh. XXV, 1898, 5-6-7.

K. Futterer : Geologische Beobachtungen am Terek-Pass., p. 262-265.

— Zeitschr. XXXIII, 1898, 2-4.

A. Philippson : Geographische Reiseskizzen. Das Russische Flachland, p. 77-110. — J. Cuijic : Das Rila-Gebirge und seine ehemalige Vergletscherung, p. 201-253 (pl. 8-9).

Breslau. Jahrber. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur. LXXV, 1898.

Gürich : Zur theorie der afrikanischen Diamantlagerstätten, p. 4. — Ueber das Goldvorkommen von Würbenthal, p. 7-9. — Gürich : Ueber die angeblichen Goldlagerstätten von Schmottseisen bei Löwenberg, p. 25-28. — Hintze : Ueber das Goldvorkommen von Löwenberg, p. 44-45. — Leonhard : Vorläufige Mitteilung über eine Untersuchung der Inseln Cerigo und Cerigotta, p. 24. — Milch : Ueber den angeblichen Meteorstein von Bricez, p. 4. — Milch : Ueber structur und Constitutions-facies des Riesengebirgs-Granites, p. 45-46. — Erg. heft : Litteratur der Landes und Volkskunde der Provinz Schlesien von J. Partsch.

Francfort-s-le-Mein. Metallurgische Ges. V, 1898.

Relevés statistiques des métaux de plomb, cuivre, zinc, étain, argent, nickel aluminium et mercure.

— Abh. Senckenberg. Ges. XXIV, 2, 1898.

— Seckenburgische Naturforsch. Ges.

Katalog einer Reptilien Sammlung in Museum der Seck. N. Ges. 2e partie.

Gotha. Petermanns Mitt. XLIV, 5-10, 1898.

Tornquist : Die physische Einteilung von Canada, p. 116-117. — J. Rein : Das Kalifornische Erdbeben vom 30 märz 1898, p. 117-118. — G. Merzbacher : Geologie des zentralen Kaukasus nach E. Fournier, p. 131-136. — A. Schmidt : Eine neue Glazialtheorie, p. 142-143. — W. Sievers : Neues über die Sierra de Perigá, p. 139-142. — Ad. Schmidt : Bemerkungen zur karte der Linien gleicher Werte der erdmagnetischen Kraftkomponenten, p. 154-158 (pl. 11). — A. Philippson : Die alten Vulkane von Gross Britannien nach S. Arch. Geikie, p. 158-162. — Joh. Walther : Das Oxusproblem in historischer und geologischer Beleuchtung, p. 204-214. — K. Keilhack : Aus dem Nördlichen Island, p. 217-222. — Erg. heft. Nr. 125 : Walth. v. Diest : Von Tilsit nach Angora. — Nr 126 : G. Radde : Wissenschaftliche Ergebnisse der Expedition nach Transkaspien und Nord Chorassan, 195 p., carte.

Leipzig. Zeitsch. für Naturwiss. LXXI, 1-2, Sept. 1898.

K. v. Fritsch : Ein alter Wasserlauf der Unstrut von der Freyburger nach der Merseburger Gegend, p. 17-36. — L. Siegert : Die versteinerungsführenden Sedimentgeschiebe im Glacialdiluvium des N. W. Sachsens, p. 37-138 (8 fig.).

Mulhouse. Bull. Soc. Industrielle. Juin-Juillet 1898.

Stuttgart. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1898, I, 3 ; II, 1-2 ; Ergänz. band. XII, 1.

1898, I, 3 : W. Branco : Neue Beweise für die Unabhängigkeit der Vulcane von präexistirenden Spalten, p. 175-186. — J. F. Pompeckj : Ueber *Calymene Brongniarti*, p. 187-250. — II, 1 : Nehring : Ueber *Alactaga saliens fossilis* (= Alacta jaculus fossilis Nhrg.), p. 1-38 (pl. 1-2). — H. Karsten : Zur Geologie der Insel Capri, p. 39-52. — E. Kayser : Nochmals zur Geschichte des Hercyn, p. 60-61. — J. H. Kloos : Ueber die Ergebnisse der Tiefbohrungen auf Kalisalze im Leinethale, p. 61-63. — L. Milch : Ueber J. Walther's Versuch einer Classification der Gesteine auf Grund der vergleichenden Lithogenie, p. 74-78. — II, 2 : R. Brauns : Diopsid (Salit) als Verwitterungs product im Palaeopikrit von Medenbach bei Herborn, p. 79-88 (pl. 3-4). — H. Gemböck : Ueber den Andalousit vom Montavon im Vorarl-

berg, p. 89-98. — E. Haussak : Ueber eine merkwürdige Umwandlung und secundäre Zwillingsbildung des Brookits von Rio Cipô, Minas Geraes Brasilien, p. 99-101 (pl. 5). - W. Florence : Darstellung mikroskopischer Kristalle in Löthrohrperlen, p. 102-146 (pl. 6-9). — Fr. Etzold : Ueber Intercentren bei *Proterosaurus Speneri*, p. 147-150. — A. Weisbach : Ueber eine Pseudomorphose von Opal aus Australien, p. 150-151. — O. Mügge : Ueber regelmässige Verwachsungen von Kupfer mit Cuprit von Burra-Burra, Süd Australien, p. 151-155. — A. von Koenen : Nochmals die Lagerung der Schichten im Leinethale, p. 155-156. — J. Petersen : Marekocnit-Obsidian aus Nicaragua, p. 156-159. — E. Weinschenk : Ein interessantes Geschiebe aus der Isar, p. 160-162. — Erg. XII, 1 : G. Bodländer : Ueber feste Lösungen, p. 52-114. — L. Milch : Zur Kenntniss der Granitischen Gesteine des Riesengebirges, p. 115-237. — A. Bodmer-Beder : Ueber Olivindiabase aus dem Plessurgebirge Graubünden, p. 238-267 (pl. 2-5).

— Jahresb. d. Ver. für vaterländische Naturkunde in Württemberg, LIV, 1898.

L. Lampert : Zur Gedächtniss an Director D. Fraas, p. XXIX-LI. — Engel : Petrefakten in Petrefakten, p. LII-LXII. — W. Branco : Die menschenähnliche Zähne aus dem Bohnerz der schwäbischen Alb., p. 1-144 (pl. 1-3). — E. Philippi : Die Fauna des unteren *Trigonodus* Dolomits von Hühnerfeld bei Schwieberdingen und des sogenannten « Cannstätter Kreidemergels », p. 145-227 (pl. 4-9). — G. Stettner : Ein Profil durch den Hauptmuschelkalk bei Vaihingen a. d. Enz, p. 303-321. — A. Schmidt : Bericht über die vom 1 märz 1897 bis 1 märz 1898 in Württemberg und Hohenzollern beobachteten Erdbeben, p. 328.

Australie. — *Melbourne.* Trans. Australian Inst. of Mining Engineers. V, 1898.

W. Stanley Hunter : From Cape Howe to the Murray on the Victorian Border Line, p. 92-97. — W. H. Twelvetrees and W. F. Pettered : The Igneous Rocks of Tasmania, p. 98-116, 1 pl. — H. Herman : On the Auriferous Devonian formations of Gippsland (Victoria), p. 157-166, 1 pl. — J. Stirling : On the Geolog. Survey of various Countries, p. 192-217.

— Geol. Surv. of Victoria Rep. N° 9, 1898.

R. A. F. Murray : On the country between Wood's Point and Jamieson, p. 43-45. — J. Stirling : 1. On the Tombullup Gold-Field, p. 45-46. — 2. On the Mallee, p. 46, 1 pl. — 3. On Dargo High Plains, p. 49-50. — W. Forbes : On Geolog. Survey of Warrandyte, p. 47-48, 6 pl. — Stanley Hunter : Dargo high Lands, p. 49-54, 2 pl. — R. A. F. Murray : Darro high Lands, p. 54-55. — Hyman Herman : Parishes of Karup-Karup, Wanwandyra and Pawbymbyr, p. 55-57. — O. A. L. Whitelaw : On Basaltic Area, Bemm River Valley, p. 65-66. — A. E. Kitson : On the Lower Indi River District E. Benambra, p. 67-70, 1 pl. — R. A. F. Murray : On Mount Tara, p. 70-71. — S. B. Hunter : Upon Daylesford and Bullarock Quarter Sheet, p. 71-74. — H. S. Whitelaw : 1. Parish of Hinnomunjie, p. 75-78. — 2. Parish of Bindi, p. 78-80. — B. S. Hunter : Upon the Geological and Topographical Features of the Victorian Border Line, Cape Howe to Forest Hill, p. 93-95, 1 pl. — J. Stirling : 1. Tertiary Paleontology, p. 123-124. — 2. On Victorian Fossils, p. 124-126. — 3. On the Graptolite Beds of Victoria, p. 126-128.

— Victoria Secretary for Mines and Water Suppley. Ann. Rep. for 1897.

— Proc. Australian Inst. of Mining Engineers. Janv. 1898.

Sidney. Australian Museum Rep. of trustees for 1897.

— New S. Wales. Departement of Mines and Agriculture. Ann. Rep. for 1897.

— New South Wales Mineral Resources. 1898, N° 3.

J. B. Jaquet : Notes on Gold Dredging, 21 p., 13 pl.

Autriche-Hongrie. — *Budapest*. Foldtani Közlöny. XXVIII, 5-6.

Hugo Böckh : Eine Mineralogische Novität vom Budapester Kl. Schwabenberg, p. 167-169. — E. Fraas : Neues Exemplar von Ichthyosaurus mit Hautbekleidung, p. 169-173 (pl. 2). — R. Hoernes : Zur Kenntniss der Megalodonten aus der Ob. Trias der Bakony, p. 173-186. — L. Traxler : *Spongilla gigantea* n. sp., p. 186-188 (pl. 3).

— Mitt. aus dem Jahrb. des K. Ungarischen Geol. Anstalt.

General register der B. I-IX, von J. Halavats.

— A Magyar Kir. Földtani Intèzet Éokónyve. XII, 2-3, 1898.

Horusitzky Henrik-tól : Muszla és Bèla Kőszég Hataráinak agronom. geologiai viszonyai, p. 197-229 (pl. 2-3). — Adda. Kálmán-tól : Zemplèn Varmegye Eszaki részének Földtani ès Petroleum Előfordulási viszonyai, p. 233-278 (pl. 4).

— A Magyar Kir. Földtani Intèzet Kiadványai.

Böckh János es Gesell Sándor : A Magyar Korona Országai Terűleten Mvelésben és Feltárófilben hevő Nemesfém, Ércz, Vaskő, Ásványszén, Kőső és egyéb érkékesithető ásványok előfordulasi helyei, 60 p.

Cracovie. Bull. internat. Ac. Sc. CR. 1898, Avr.-Mai-Octobre.

Vienne. Berg- und hüttenmánnisches Jahrb. XLVI, 3, 1898.

— Denksch. K. Ak. der Wiss. LXVI, 4°, 791 p., 51 pl., 75 fig.

Wagner : Monographie der Gattung *Pomatias* Studer, p. 565-632, 10 pl. — Uhlig : Geologie des Tatrageb. I Einleitung und Stratigraphischer Theil, p. 643-684, 17 fig.

— Sitzungsber. K. Ak. der Wiss. CVI, 1-10, 1897.

E. von Mojsisovics : Mittheilungen der Erdbeben-Commission der K. Ak. der Wiss. in Wien. Organisation der Erdbebenbeobachtungen, p. 20-45. — F. Becke : Ueber das Erdbeben von Brüx am 3 Nov. 1896, p. 46-60. — Diener : Vorkommen von Ammoniten und Orthoceren in S. Tirolischen Bellerophonkalk, p. 61-76 (pl. 1). — Becke : Ueber das Erdbeben vom 5 Jan. 1897 in S. Böhmerwald, p. 103-116. — Lorenz v. Liburnau sen. : Eine fossile *Halimeda* aus dem Flysch von Muntigl bei Salzburg, p. 174-177 (pl. 2-3). — V. Uhlig : Ueber die Beziehungen der S. Klippenzone zu den O. Karpathen, p. 188-206 (carte). — Mazelle : Ueber die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben vom 15 Jul., 3 Aug. und 21 Sept. 1897, p. 467-488.

— CVII, 1-5, 1898. J. v. Siemiradzki : Geolog. Reisebeobachtungen in Südbrasilien, p. 23-42 (pl. 2). — K. A. Weithofer : Zur Frage der gegenseitigen Altersverhältnisse der Mittel und Nord Böhmischen Carbon und Permablagerungen, p. 53-76. — E. Suess : Ueber die Asymmetrie der N. Halbkugel, p. 89-102. — E. v. Mojsisovics : Allgemeines Bericht und Chrónik der im J. 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, p. 195-433.

— Jahrber. K. Ung. Geol. Anstalt. 1896.

J. Böckh : Directions-Bericht, p. 5-29. — Th. Posewitz : Das Miocene Hügelland zw. den Flüssen Theiss Talabor und Nagyag, p. 30-37. — Th. v. Szontagh : Die geol. Verhältnisse des Hügelgebietes zw. den Gemeinden Tenke und Sályi im Comitate Bihar, p. 38-40. — J. Pethő : Der N. Abfall des Kodrugeb. und das Thal der Schwazen-Korös von Belényes bei Urszád im Comitate Bihar, p. 41-63. — M. v. Pally : Geol. Verhältnisse der Hideg- und Meleg-Szamos-Gegend, p. 64-90. — L. Roth v. Telegd : Die Umgebung von Felvinez und Bagyon im Comitate Torda-Kranyos, p. 91-106. — J. Halavats : Zur Kenntniss der Geol. Verhältnisse des Hatszeger Beckens, p. 101-107. — Fr. Schafarzik : Die Geol. Verhältn. der Umgebung von Orménycs und Vercsserova, S. von Karansebes im Comitate Krassó-Szörény, p. 108-128. — Koloman v. Adda : Die Geol. Verhältn. von Lukarecz und Umgebung, p. 129-155. — Al. Gesell : Geol. Verhältn. der vom Zalatna-Preszákaer Abschnitte des Ompolythales N. gelegenen Gebietes, p. 156-164. — Bela u. Inkey : Ueber die im J. 1896, in der Umgehung von Parkany bewerkstelligte Geol. Aufnahme, p. 165-187. — Pet. Treitz : Aufnahme im J. 1896, p. 188-193. — H. Horusitzky : Aufnahme im J. 1896, p. 194-197.

— Beiträge zur Pal. und Geol. Oesterreichs-Ungarns und des Orients. XI, 4, 1898.

Fr. Wähner : Beiträge zur Kenntniss der tieferen Zonen des unt. Lias in den N. O. Alpen, p. 153-178 (pl. 20-24). — G. von Arthaber : *Trionyx rostratus* n. spec. von Au am Leithagebirge, p. 179-198 (pl. 25-28).

— Verh. K. K. Geol. K. Anstalt. 1898, 9-13.

G. C. Laube : Ueber einen neuen *Trionyx* aus den Aquitanischen Thonen von Preschen bei Bilin in Böhmen, p. 232-233. — J. v. Zelizko : Ueber die Fauna der Bande f1 im Mitt. böhmischen Silur, p. 233-237. — F. von Kerner : Ueber das Küstengebiet von Capocesto und Ragosnizza in Dalmatien, p. 238-240. — Die Geolog. Verhältnisse der Hügellandschaft « Zagorje » zwischen dem Petrovo Polye und dem Küstengebiete von Tran in Dalmatien, p. 241-242. — G. Geyer : Ueber neue Funde von Triasfossilien im Bereiche der Dysloporenkalk und Dolomitzuges nördlich von Pontafel, p. 242-253. — F. v. Kerver : Vorläufiger Bericht über das Erdbeben von Sinj am 2 Juli 1898, p. 270-276. — C. M. Paul : Aufnahmsbericht aus dem Flyschgebiete des Ybbsthales in Niederösterreich, p. 276-277. — A. Bittner : Geologisches aus der Gegend von Weyer in Oberösterreich, p. 277-282. — F. Teller : Die Miocäne Transgressionsrelicte bei Steinbruck und Ratschach ander Save, p. 284-292. — C. F. Eichleiter : Strontiassit von Lubna bei Rakonitz in Böhmen, p. 297-298.

Belgique. — *Bruxelles.* Soc. R. Malacologique. CR. XXX, 26.

Liège. Ann. Soc. Géol. de Belgique. XXV, 1.

G. Velge : Nouvelles observations sur le terrain quaternaire ; relations du sable de la Flandre et du limon de la Hesbaye, p. 3-8. — De la Vallée Poussin : Sur la série de Bure aux environs d'Esneux, p. 9-32. — H. Forir : Quelques mots sur les dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse, p. 33-40. — H. Forir : Les schistes de Matagne dans la région de Sautour-Surice, p. 41-48. — G. Velge : Le sable tertiaire de la province de Namur et le sable de Moll, p. 49-64.

Brésil. — *Rio-de-Janeiro.* An. Museo nacional. I, 1896.

J. M. Clarke : As Trilobitas de Grez de Erreré e Maecurú, p. 1-58 (pl. 1-2). — Orville A. Derby : I, Nota sobre a Geologia e Paleontologia de Matto Grosso, p. 59-88. — II, Estudo sobre o Meteorito de Bendegó, p. 89-184.

San Paolo. Comissão Geogr. e Geol. Bol., 12-14.

Canada. — Commission géol. Rap. ann. VIII, 1895, 6 cartes, 18 pl.

Rapport A : CR. sommaire des Travaux de la Commission géol. 1895. — Rap. D : Sur la region située entre le lac Athabaska et la rivière Churchull, par J. Burr, Tyrrel et D. B. Dowling, 130 p., 1 carte. — Rap. J : Sur la géologie d'une partie du Massif Laurentien, situé au nord de l'île Montréal, par Fr. D. Adams, 197 p., 1 carte. — Rap. L : Sur les explorations faites dans la Péninsule du Labrador, le long de la grande rivière de l'Est, des rivières Koksoak, Hamilton, Manicouagan et de parties d'autres rivières, en 1892, 1893, 1894, 1895, par A. P. Low, 435 p. — Rap. R : De la division de la chimie et de la minéralogie, par G. C. Hoffman, 62 p.

Saint-John. N. H. Soc. of New-Brunswick. Bull. IV, 1, 1898.

Samuel W. Kain : List of recorded Earthquakes in New-Brunswick, p. 16-22. — G. F. Matthew : Recent Discoveries in the St-John Group, N° 2, p. 32-43, 2 pl. — W. F. Ganeng : On the Nat. History and Physiography of New Brunswick, p. 44-63.

Toronto. Canadian Inst. Trans. V, 2, Mai 1898.

J. W. Spencer : 1. Late Formations and Great Changes of Level in Jamaica, p. 325-358. — 2. High Plateau and submarine Antillian Valleys, p. 359.

— Proceed. J. W. Spencer : Niagaraas a Timepiece, p. 101-103. — R. F. Stupart : Seismological observations at Toronto, p. 109-111.

Danemark. — *Copenhague.* Ac. R. Sc. et Lettr. Mém. VIII, 6, 1898.

— Nyt Magasin for Naturvidenskaberne. XXXVI, 3-4, 1898.

W. C. Brögger : Ueber die Verbreitung der Euloma-Niobe-Fauna Sude, p. 193-240. — P. A. Øyen : Rondesparagmiten, p. 249-263.

— Meddelser om Grønland. XIV, 420 p., 10 pl.; XV, 464 p., 2 pl.

N. V. Ussing : Recherches minéralogico-pétrographiques sur les Syénites néphéliniques et d'autres roches du Groenland, p. 403-407. — Gust. Flink : Rapport d'un voyage minéralogique au Grönland méridional en 1897, p. 408-416 (Résumés).

— Oversigt aver det Kongelige danske Videnskabernes selskabs forhandlinger. 1898, 2-3.

Espagne. — *Barcelone.* Diario de Barcelona. Nos 272-291.

Reunion extraordinaria de la Sociedad Geologica de Francia en Barcelona, p. 10556-10557, 10628-10630, 10676-10677, 10740-10741, 10813-10814, 10945-10946, 11003-11005, 11048-11049, 11164-11166, 11277-11278.

Madrid. Comision del Mapa Geol. de España. Mém.

L. Mallada : Explicacion del Mapa Geol. de España ; t. II, Sistemas Cambriano y siluriano, 545 p., 1896 ; t. III, Sistemas Devoniano y Carbonifero, 405 p., 1898.

— Comision del Mapa Geol. de España. Bol. (2), III-IV, 1898.

Marcial de Olavarria : Huevos fósiles encontrados en Cevico de la Torre (Prov. de Palencia), p. 133-138 (pl. 5). — P. Palacios : Terreno Estrata-Cristalino de la Prov. de Navarra, p. 139-143. — D. Rafael Sánchez Lozano : Sobre algunos criaderos argentiferos de los terminos de la Acebida y Robregordo (Prov. de Madrid), p. 151-166. — Cossmann : Moluscos Eocenos del Pirineo Calalán, p. 167-198 (pl. 6-10).

— P. Palacios : Descripción de algunos Cefalópodos Triás. encontrados en España, p. 199-209 (pl. 11). — D. Jaime Almera y Arturo Bofill y Poch : Moluscos fósiles recogidos en los Terrenos Pliocenos de Cataluna, p. 1-223 (pl. 1-14). — E. A. Martel : Exploraciones subterráneas en Baleares y Cataluña, p. 229-258.

— Act. Soc. Esp. de H. N. Juin-Oct. 1898.

Fern. Navarro : Minerales de España existentes en el Museo de Hist. Nat., p. 133-137. — Calderon : Terreno carbónico en Molina de Aragon, p. 147-150.

— Ann. Soc. Esp. de H. N. [2], VII, 1898.

États-Unis. — Amer. Museum of N. H. I, 3 Avr. 1898.

H. Fairfield Osborn : The extinct Rhinoceros, p. 75-164, pl. 12-20.

Albany. 19th Ann. Rep. of the Regents of the Univ. of the State New-York on the Condition of the State Cabinet of N. H. 1898.

Berkeley. Univ. of California. Dept of Geol. Bull. II, 4, 1898.

John. C. Merriam : Distribution of the Neocene Sea-Urchins of Middle California, p. 109-118.

Boston. Am. Ac. Arts and Sc. Proc. XXXIII, 13-27, 1898.

J. A. Wolf : Nature Copper at Franklin Furnace New Jersey, p. 429-430.

— Proc. Boston Soc. of Nat. Hist. XXVIII, 9-12, 1898.

Myron. L. Fuller : A carboniferous Boulder train in E. Massachusets, p. 251-264.

Buffalo. Bull. Soc. N. Sc. V, 1-5, 1886-1897 ; VI, 1, 1898.

V : Eugene N. S. Ringueberg : New Genera and Species of Fossils from the Niagara Shales, p. 5-22 (pl. 1-2). — J. Pohlman : Fossils from the Waterline Group near Buffalo, p. 23-32 (pl. 3). — Herb. Upham Williams : Fossils Fishes of the Genesce and Portage Black Shales, p. 81-84. — J. Pohlman : The Thickness of the Onondaga Salt Group at Buffalo, p. 97-98. — VI : Amadeus W. Grabau : Geol. and Paleontology of Eighteen Mill Creek and the Lake Shore Sections, VIII-91 p., 26 pl.

Cambridge. Proc. Am. Ac. Arts and Sc. XII, 4 Juin 1898.

— Museum of Comparative Zool. at Harvard College, XXXII, 5-7.

R. Eastman : Remains of Struthiolithus Chersonensis (N. Ching), p. 127-144, 1 pl.

— XXVII, 5. Rob. T. Hill : Geol. History of the Isthmus of Panama based upon a Reconnaissance made for Alexander Agassiz, p. 151-285, 12 pl.

Chicago. Journal of Geology. VI, 4-6, Mai-Août 1898.

A Symposium on the Classification and Nomenclature of Geologic Time-Divisions Contribution by J. Le Conte, p. 337; G. K. Gilbert, p. 338 ; Wm. Bullock Clark, p. 340 ; T. W. Williston, p. 342 ; Bailey Willes, p. 345 ; C. R. Keyes, p. 347 ; Sam Calvin, p. 352. — Ch. R. Keyes : Probable stratigrafical equivalents of the Coal Measures of Arkansas, p. 356-365. — Origin of certain Siliceous Rocks : Arkansas Novaculite by Orville A. Derby, p. 366. — Novaculites and related Rocks by J. C. Branner, p. 368. — J. Morgan Clements : A Study of some examples of Rock Variation, p. 372-392. — E. C. Case : Study for Students : The Development and Geol. relations of the Vertebrates. Part I : The Fishes, p. 493-416. Part II : Amphibea, p. 500-523. Part III : Reptilia, p. 622-646. — T. C. Chamberlin : The Ulterior Basis of Time-

Division and the Classification of Geol. History, p. 449-462. — M. S. W. Jefferson : The Postglacial Connecticut, at Turnersfalls Mass., p. 463-472. — Harry Tielding. Keid : The Variations of Glaciers III, p. 473-476. — C. H. Gordon : On the Kalamazoo and other old Glacial outlets in S. Michigan, p. 477-482. — H. W. Turner : On some Igneous, Metamorphic and Sedimentary Rocks of the Coast Ranges of California, p. 483-499. — C. K. Leith : Summary of Current N. American Pre-Cambrian Litterature, p. 527-541. — H. W. Fairbanks : Geology of a portion of the S. Coast Ranges, p. 551-576. — H. F. Bain and A. G. Leonard : The Middle Coal Measures of the W. Interior Coal Fields, p. 577-588. — H. L. Fairchild : Kettles in Glacial Lakes Deltas, p. 589-596. — T. C. Chamberlin : A Systematic Source of Evolution of Provincial Faunas, p. 597-608. — The influence of Great Epochs of Limestone Formation found upon Constitution of the Athmosphere, p. 609-621.

Houghton. Catalogue of the Michigan College of Mines, 1896-1898.

Kansas. The Kansas Univ. Quarterley. Serie A, VII, 3, 1898.

Gen. I. Adams : A Geolog. Reconnaissance in Grant, Garfield and Woods counties, Oklahoma, p. 121-124 (pl. 11-12).

Minneapolis. The Am. Geologist. XXI, 5-6, 1898.

C. P. Berkey : Geology of the St-Croix Dalles III, p. 270-294 (pl. 17-21). — W. Upham : The parallele Roads of Glen Roy, p. 294-300.— Otto Nordenskjold : Tertiary and Quaternary Deposits in the Magellan Territories, p. 300-310. — Myron L. Fuller : Champlain Submergence in the Narratgansett Bay region, p. 310-321. — E. W. Claypole : Paleolith and Neolith, p. 333-344. — W. P. Blake : Anthracite Coal in Arizona, p. 345-346. — Ch. R. Keyes : Carboniferous formations of SW. Iowa, p. 346-350. — R. S. Tarr : The peneplain, p. 351-370. — Fr. R. van Horn : Interesting Hornblende in a Gabbro from Pavone, Italy, p. 370-374. — W. Upham : Ben Nevis, the last Stronghold of the British Ice Sheet, p. 375-387.

— XXII, 2, Août 1898. W. P. Blake : Remains of a Species of Bos in the Quaternary of Arizona, p. 65-72. — N. W. Winchell : The signifiance of the Fragmental Eruptive Debris at Taylor's Falls, p. 72-78. — Arthur M. Miller : The Hypothesis of a Cincinnati Silurian Island, p. 78-85. — Thomas L. Watson : Weathering of Diabase near Chatham (Virginia), p. 85-101. — W. Upham : Fjords and submerged Valleys of Europe, p. 101-108. — C. R. Keyes : Observations on the Classification of the Missisipian Serres, p. 108-113.

New-Haven. Amer. Journ. of Sc. (4), V, 1898, 25, 32-34; VI, 35.

G. H. Stone : The Granitic Breccias of the Cripple Creek Region, p. 21-33. — H. L. Preston : Iron Meteorites, as nodular Structures in Stony Meteorites, p. 62-64. — O. C. Marsh : Jurassic Formation on the Atlantic Coast. Suppl., p. 105-115. — C. H. Warren : Mineralogical Notes, p. 116-124. — G. F. Eaton : Prehistoric Fauna of Block Island, as indicated by its Ancient Shell-heaps, p. 137-160 (pl. 2-3). — A. Agassiz : Tertiary elevated Limestone Reefs of Fiji, p. 165-168. — H. S. Washington : Sölvsbergite and Tinguaite from Essex County Mass., p. 176-187. — W. M. Foole : Native Lead with Roeblingite, native copper and other minerals at Franklin Furnace, p. 187-188. — G. C. Martin : Dunite in W. Massachusetts, p. 244-247. — C. R. Keyes : Eolian Origin of Loess, p. 299-304. — N. H. Darton and A. Reith : Dikes of Felsophyre and Basalt in Palaeozoic Rocks (Virginia), p. 305-314. — L. J. Spencer : Diaphorite from Montana and Mexico, p. 316. — W. E. Hidden and J. H. Pratt : Twinned Cristals of Zircon from N. Carolina, p. 323-327. — C. D. Walcott : Bra-

chiopod Fauna of the Quartzitic Pebbles of the carbiniferons conglomerates of the Narragansett Basin, p. 327-328. — G. H. Girty : Description of a Fauna found in the Devonian Black Shale of E. Kentucky, p. 384-395 (1 pl.). — F. A. Lucas : Contribution to Paleontology : 1. A new crocodile from the Trias of S. Utals; 2. A new species of *Dinictis (D. major)*, p. 399-400. — O. C. Marsh : 1. Value of Type specimens; 2. Origin of Mammals, p. 401-410. — T. L. Walker : Causes of Variation in the composition of Igneous Rocks, p. 410-416.

New-York. Ac. of Sc. Ann. XI, 1, Avr. 1898.

A. Hollick : Notes on Block Island, p. 55-72, 9 pl.

— Amer. Museum of N. H. Ann. Rep. of the President for 1897.

— Trans. Amer. Inst. of Mining Engineers. XXVII, 1898.

Eduardo J. Chibas : The Manganese Deposits of the Dep^t of Panama, p. 63-76. — J. F. Kemp : Geol. of the Magnetites near Port-Henry, p. 146-203 (pl. 10-11). — Persifor Frazer : On the N. Black Hills of S. Dakota, p. 204-231. — G. W. Maynard : The Chromite-Deposits on Port-Bay, Newfoundland, p. 283-288. — H. Ries : The Fullers Earth of S. Dakota, p. 333-336. — E. Wadsworth : Origin and Mode of Occurrence of the Lake sup. Copper deposits, p. 669-696.

Philadelphie. Proc. Ac. of N. S. 1898, Janv.-Mars.

E. Goldsmith : Volcanic Rocks of Mesozoic Area in Pennsylvania, p. 90-97. — The Petrefaction of Fossil bosses, p. 98-100.

— Proc. of the Am. Philos. Soc. XXXVII, N° 157, Juill. 1898.

W. B. Scott : Preliminary Note on the Selenodont Artiodactyls of the Uinta Formation, p. 73-81. — Edw. H. Williams : On Kansan Drift in Pennsylvania, p. 84-88. — S. F. Peckham : The genesis of Bitumens as related to Chemical Geology, p. 108-139.

Washington. Iowa Geol. Surv. Ann. Rep. 1896.

Samuel Calvin : 1 : Geol. of Johnson County, p. 34-116 (pl. 2-4). — 2 : Geol. of Cerro Gordo County, p. 119-195. — S. Walker Beyer : Geol. of Marshal County, p. 122-262. — H. F. Bain : 1 : Geology of Polk County, p. 265-412. — 2 : Geol. of Guthrie County, p. 415-487. — and J. L. Tilton : Geology of Madison County, p. 491-539.

— U. S. Geol. Surv. I. II, III, Ann. Rep. 1873.

— Smithsonian miscellaneous Collections. XL, 1898.

H. Carrington Bolton : A Catalogue of Scientific and Technical Periodicals (1665-1896) with chronological Tables.

— Smithsonian Inst. Report of the U. S. Nation. Museum for 1895.

G. P. Merril : On the Geology and Natur. Hist. of the Peninsula of Lower California, p. 971-994. — Wirt Tassin : The mineralogical collections in the U. S. Nat. Museum, p. 995-1000. — Ch. Moore : The Ontonagon copper Bowlder in the U. S. Nation. Museum, p. 1021-1030.

Grande-Bretagne. — *Dublin*. Proc. R. Irish Ac. (4), IV, 5.

J. P. O'Reilly : On the Orientation of some Cromlechs in the neighbourhood of Dublin, p 589-605 (pl. 13-20). — Thomas Plunkett and George Coffey : Report on the Excavation of Topped Mountain Cairn, p. 651-666 (6 fig.).

Liverpool. Geol. Soc. Proc. VIII, 2, 1898.

G. H. Morton : The Carboniferous Limestone of the Vale of Clwyd, p. 181-204. — W. A. Herdman et J. Lomas : On the floor deposits of the Irish sea, p. 205-232. — H. C. Beasley : 1. Examples of Footprints etc. from the Trias in some provincial Museums, p. 233-237 (pl. 11). — 2. A section of the Trias recently exposed on Prenton Hill, p. 238-241 (pl. 12). — Chas. C. Moore : The chemical examination of Sandstones from Prenton Hill and Bidston Hill with Appendix on their microscopic examination by J. Lomas, p. 241-267 (pl. 13). — W. Herwitt : On some sections exposed by excavations on the site of the new Technical Schools, Byrom Street, Liverpool, p. 268-273 (pl. 14). — T. Mellard Reade and Philip. Holland : The Phyllades of the Ardennes compared with the Slates of North Wales, p. 274-293. — J. Lomas : On a Drift-section near Borough Road Birkenhead, p. 294-295 (pl. 15).

Londres. Geol. Surv. Mem.

A. Geikie : Summary of Progress of the Geol. Surv. of the United Kingdom for 1897, 176 p., 3 cartes, index.

— Proc. Geol. Association. XV, 8-9, Juil.-Août.

Visit to the Museum of Practical Geol., p. 287-289. — to the S. Kensington Museum Science Division, p. 289 292. — Excursion to Bridport and Weymouth, p. 293-304. — to Reading, p. 304-308. — to Ayot Green and Hat field Hyde, p. 308-311. — to Pennand Coleshill, Bircks, p. 311-312. - Lapworth : A Sketch of the Birmingham District, wiih contributions by W. W. Watts and W. Jer. Harrison, p. 313-416 (pl. 10-12).

— The Geol. Magazine. (4), V, 7-11, 1898, Juill.-Nov.

A. Smith Woodward : On a *Squatina* from Würtemberg, p. 289-291 (pl. 10). — T. Rupert Jones : On some Triassic (?) *Estheriæ* from Kansas, p. 291-293. — Ch. Dawson : Ancien and Modern « Dene Holes » and their makers, p. 293-302 (pl. 1-12). — H. Woodward : On a new species of Brachyurous crustacean from Wiltshire, p. 302-304. — Ch. St-Arnaud Coles : An exposure of Quartzite and Syenitic Rock in Worcestershire, p. 304-305. — J. W. Gregory : *Millestroma* a cretaceous Milleporoid Coral. from Egypt, p. 337-342 (pl. 13). — Will. Gunn : Correlation of the Carboniferous Rocks of England and Scotland, p 342-349. — J. Prestwich : The Solent River, p. 349-351. — E. Hull : Submerged Terraces and River Valleys bordering the British Isles, p. 351-357. — H. Woodward : Discovery of *Cyclosphaeroma* in the Purbeck Beds of Aylesbury, p. 385 388 (pl. 14). — John S. Flett : On Scottish Rocks containing Orthite, p. 388-392. — A. Smith Woodward : On a supposed Tropical American Fish from the Miocene of Oeningen, p. 392-394. — R. Bullen Newton : On some Cretaceous Shell from Egypt, p. 394-404 (pl. 15-16). — J. Prestwich : On the Drift Deposits in various parts of Britain, p. 404-417. — C. R. Eastman : Discovery of a second Fossil Egy of *Struthiolithus*, p. 434-439 (pl. 17). — F. R. Cowper Reed : Blind Trilobites, p. 439-447, 493-506. — T. V. Holmer : Deneholes and Bell Tits, p. 447-457. — J. F. Blake : On aggregate Deposits, und their Relations to zones, p. 481-488. — A. Strahan : On the Revision of S. Wales and Monmouth shire by the Geol. Survey, p. 488-493. — Wheelton Hind : Mr Gunn's correlation of Carboniferous Rocks, p 506-509. — Alex. Somervail : The Age and Origin of the Granite of Dartmoor, p. 509-512.

— R. Soc. Proc. LXIV, Nos 402-404.

G. P. Bidder : The Skeleton and classification of Calcareous Sponges, p. 61-77.

— Quarterly Journ. Geol. Soc. LIV, 3, 4, Août-Nov. 1898.

A. J. Jukes-Browne : On a cenomanian and Turonian Outlier near Monitors with a Note on *Holaster altus*, p. 239-250 (pl. 24). — T. Codrington : On some submerged Rock Valleys in S. Wales, Devon, and Cornwall, p. 251-278. — A. Vaughan Jennings : The structure of the Davos Valley, p. 279-289. — T. B. F. Sam : On the Origin of the Auriferous conglomerates of the Gold Coast Colony (W. Africa), p. 290. — W. Cunnington : On some Palaeolithic Implements from the Plateau-Gravels and their Evidence concerning Eolithic Man, p. 291-300. — H. G. Madan : On an Ebbing and Flowing well at Newton Nottage, p. 301-307. — I. G. Bonney : On the Garnet-Actinolite Schists of the St-Gothard Pass, p. 357-373. — F. W. Harmer : On the Lenham Beds and the Coralline Crag, p. 308-356. — C. Callawey : On the Metamorphism of a Series of grits and Shales in N. Anglesey, p. 374-381. — G. H. Morton : On the Carboniferous Limestone of the Country around Llandudno, p. 382-400. — F. A. Bather : On *Petalocrinus*, p. 403-441 (pl. 25-26). — S. S. Buckman : On the Grouping of some Divisions of so-called « Jurassic » Time, p. 442-462. — G. L. Elles : On the Graptolite-Fauna of the Skiddaw-Slates, p. 463-539 (pl. 27). — G. F. Franks et J.-B. Harrisson : On the *Globigerina* marls and Basal Reef-rocks of Barbados, p. 540-555. — H. D. Acland : On a Volcanic Series near the Herefordshire Beacon, p. 556-563. — G. W. Dawson : On the Discovery of Natural Gas in E. Sussex, p. 564-571. — J. T. Herwitt : On Natural Gas at Heathfield Station (Sussex), p 572-574. — T. Mellard Reade : On Post-Glacial Beds exposed in the Cutting of the new Bruges Canal, p. 575-581. — T. Mellard Reade : On High Level Marine Drift at Colwyn Bay, p. 582-584. — O. A. Shrubsole : On High Level Gravels in Berks and Oxon, p. 585-600 (pl. 28). — C. B. Wedd : On the Corallian Rocks of Upware, p. 601-619. — R. Koettlitz : Geol. of Franz Josef Land, p. 620-643. — E. T. Newton and J.-J. Teal : On Rocks and Fossils from Franz Josef Land, p. 642-652 (pl. 29).

Manchester. Trans. Geol. Soc. XXV, 21-22, 1898.

Stirrup : Fossil remains in the Lancashire Coalfield, p. 581-583. — J. Dickinson : Subsidence caused by colliery working, p. 583-615, 1 pl. — H. Hall : On the Coal industry of the Rhenish Westphalian Provinces, p. 569-577. — W. Saint : On an improved decking table for facilitating the Loading of Pit Cager, p. 577-580, 1 pl.

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. XLVII, 4-5, 1898.

H. R. Gurney : On the Geology of Finland, p. 242-253. — H. T. Newbigin : The siliceous Iron-Ores of N. Norway, p. 254-271 (pl. 8).

Hollande. — *Amsterdam*. Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. XXII, 1898.

La Haye. Arch. Néerlandaises des Sc. exactes et nat. (2), II, 1, 1898.

Indes anglaises. — *Calcutta*. Geol. Surv. of India. Mém. XXV-XXVI-XXVII, 2, 1895-1897.

T. XXV. R. Bruce Foote : Geology of the Bellary District, Madras Presidency, 218 p., 6 pl., 1 carte. — T. XXVI. C. S. Middlemiss : Geology of Hazara and the Black Mountains, 302 p., 11 pl., 1 carte. — T. XXVII, 2. Fritz Nœtling : The Occurrence of Petroleum in Burma and its technical exploitation, 226 p., 17 pl., 1 c.

— Palaeontologica Indica.

Série XV. Hymalayan Fossils. by C Diener : I, 4. The Permian fossils of the Productus Shales of Rumaon and Gurhwal, 4°, 54 p., 5 pl. — II, 1 : Cephalopoda of the Lower Trias, 4°, 181 p., 23 pl. — Série XVI. Baluchistan and N. W. Frontier of India. I. The Jurassic Fauna, by Fritz-Noetling : 1. The Fauna of the Kellaways of Mazár Drik, 4°, 22 p, 43 pl. — 2. The Fauna of the (Neocomian) Belemnites Beds, 4°, 5 p., 2 pl. — 3. Fauna of the Upper Cretaceous (Maestrichtien) Beds of the Mari Hills, 4°, 79 p., 23 pl.

— Geol. Surv. of India. General Rep. for 1897-1898.

Earthquake inquiry, p. 16-18. — Surveys in the Madras Presidency, p. 18-32. — W. Rajputana and S. E. Marwar, p. 32-38. — Central India, p. 38-41. — Central Provinces Mandla district, p. 41-43. — Sumbalpur district, p. 43-46. — Burma, p. 46-54. — N. W. Frontier, p. 55-56.

Indes néerlandaises. — *Batavia.* Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. LVII, 1898.

Arth. Wichman : Petrographische Studien über den Indischen Archipel. III, Gesteine von der Insel Gagi, p. 196-220 (pl. 2).

Italie. — *Florence.* Boll. delle Publicazioni It. 1897. Indice alfabetico. 1898, N°s 300-308.

Milan. Atti Soc. It. Sc. Nat. XXXVII, 3, 1898.

E. Artini e E. Mariani : Appunti geol. e petrograf. sull' alta val Trompia, p. 244-259. — C. Riva : Osservazioni sulle Trachiti-Andesitiche della Tolfa, p. 269-282, 1 pl.

— Memorie. VI, 2.

Modène. Boll. Soc. Sismologica. III, 10, 1897 ; IV, 1-3, 1898.

S. A. Papavasilion : Liste des tremblements de terre observés en Grèce en 1897 (*suite*), p. 7-11. — Giuseppe Mercalli : I. Notizie vesuviane (anno 1897), p. 12-29. — II. I terremoti della Calabria meridionale e del Messinese, p. 30-32. — G. Agamennone : I. Il terremoto dell' India del 12 Giugno 1897, p. 33-40. — II. Eco in Europa del terremoto indiano, p. 41-67. — A Cancani : I. Sismocopio ad effetto multiple, p. 68-79. — II. Sopra i vari sistemi di registrazione nella sismologia, p. 73-77. — G. Brucchietti : Sul Terremoto di Rieti, del 28 Giugno 1898, p. 76-88.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. RC. VII, 1-8, 1898.

A. Ricco : Determinazioni della gravita relativa fatte nelle regioni Etnee e nella Sicilia orientale, p. 3-14.— P. E. Vinassa de Regny : I Radiolari delle ftaniti titoniane di Carpena presso Spezia, p. 34-39. — G. La Valle : Su di alcuni nuovi minerali cobaltiferi e nicheliferi nella provincia di Messina, p. 68-71. — R. Nasini e F. Anderlini : Sulla probabile presenza del coronio e di nuovi elementi nei gas della solfatara di Pozzuoli e del Vesuvio, p. 73-74. — G. Agamennone : I terrimoti nel corso inferiore del fiume Velino (Umbria-Abruzzi), p. 80-97. — G. Agamennone : I terremoti nell' isola di Labuan (Borneo), 21 Set. 1897, p. 155-162.

— Boll. R. Comitato Geol. It. (3), IX, 1-2, 1898.

V. Novarese : Giacimenti di grafite nelle Alpi Cozie, p. 4-36 (pl. 1). — B. Lotti : Studi sull' Eocene dell' Appennino toscano, p. 36-81 (pl. 2). — P. Moderni : Osser-

vazioni geologiche fatte al confine dell' Abruzzo teremano colla provincia di Ascoli nell' anno 1896, p. 82-92. — D. Zaccagna : Nuove osservazioni sui terreni costituenti la zona centrale dell' Apennino adiacente all' Alpe Apuana, p. 97-121. — M. Cassetti : Rilevamento geologico nell' Abruzzo Aquilano e in Terra di Lavoro eseguito nel 1897, p. 122-138.

— Boll. Soc. Geol. It. XV, 4, 1898 ; 5, 1897 ; XVI, 2, 1898.

XV : Resoconto dell' adunanza straordinaria terruta dalla Soc. Geol. It. in Sardegna nell' Aprile 1896, p. 463-496. — Ann. Tommasi : Nuovi fossili Triassici di Sardegna, p. 497-503 (pl. 16). — G. Ristori : Crostacei Neogenici di Sardegna e di alcune altre località italiane, p. 504-513 (pl. 17). — G. d'Achiardi : Le Andesiti Augitico-oliviniche di Torralba (Sardegna), p. 514-537 (pl. 13). — Carlo Riva : Studio Petrografico sopra alcune rocce granitiche e Metamorfiche dei dintorni di Nuovo e della Valle del Tirso in Sardegna, p. 538-547. — Besor. Lotti : Osservazioni Geologiche e Minerarie sui dintorni di Villacidro in Sardegna, p. 548-553. — Arn. Corsi : Brevi Notizie e relazione di una gita alle minerale argentifere dei Sarrabus, p. 554-565. — G. de Angelis d'Ossat : Breve relazione di una escursione a Monte S. Pietro (Iglesiente), p. 566-570. — G. de Angelis d'Ossat e A. Neviani : Corallarii e Briozoi Neogenici di Sardegna, p. 571-598. — Celso Capacci : Studio sulle Miniere di Monteponi, Montevecchio e Malfidano in Sardegna, p. 599-795. — XVI : A. Verri : Cenni sulle formazioni dell' Umbria Sett., p. 195-200. — G. Scarabelli Gommi Flamini e Lod. Foresti : Sopra alcuni Fossili raccolti nei Colli fiancheggianti il fiume Santerno nelle vicinanze d'Imola, p. 201-241 (pl. 8-9). — Resoconto dell' Adunanza Estiva tenuta dalla Soc. geol. It. in Perugia nel Set. 1897, p. 242-279. — G. de Angelis d'Ossat : Contribuzione allo studio paleontologico dell' alta valle dell' Aniene, p. 280-318. — Pantanelli Dante : Variazioni sul livello delle Acque sotterrance di Modena, p. 319-323. — G. de Angelis d'Ossat : Sulla probabile mancanza in Italia dell' *Elephas primigenius* Blum, p. 324-330. — M. Baratta : Sui terremoti Pisano-Livornesi del 1896-97, p. 331-335. — E. Clerici : Complemento di Osservazioni sui monti Parioli presso Roma, p. 336-368.

Pise. Atti della Soc. Toscana di Sc. Nat. XII, 1898, Janv.-Mars.

G. Viola : Porosita, permeabilita e metamorfismo delle roccie in genere e delle roccie eruttive delgli Ernici (prov. di Roma) in specie, p. 15-23. — G. d'Achiardi : Note di Mineralogia italiana : I. Alcuni minerali di Valdaspra (Massa Marittima), p. 26-32. — II. Jaloallofane cupro-zincifero di Rosas (Sulcis), p. 32-38. — III. Allofane cuprifero delle Cascine (Mezza negro), p. 38-39. — IV. Ortose di San Piero in Campo, p. 46-48. — V. Aragonite di Jana (San Miniato), p. 49. — VI. Mossottite di Montieri (Grosseto), p. 50. — VII. Calcite e pirite del Borgalla, p. 51-55. — VIII. Quarzo con la base della Verruca (Monti Pisani), p. 55.

Portici. Ann. R. Scuola Sup. d'Agricoltura.

Discorsi Inaugurali. — Annuario 1897-1898.

Turin. Mem. R. Ac. Sc. XXXIII, 1-13, 1897-98.

Osasco : Di alcuni corallari oligocenici del Piemonte e della Liguria, p. 138-148 (pl. 2). — Spezia : Contribuzioni di geologia chimica Esperienze sul quarzo, p 289-308. — Cossa : Sulla presenza del tellurio nei prodotti del cratere dell' isola Vulcano (Lipari), p. 449-450. — Colomba : Ricerche mineralogiche sui giacimenti di anidrite e di gesso dei dintorni di Oulx, p. 779-796.

— Ann. de Géol. et de Pal. publ. par le Mis de Gregorio, 22-23.

De Gregorio : Météorite tombée en Sicile et catalogue bibliographique des météorites, 16 p., 1 pl. — Etudes sur le genre *Amussium*, 68 p., 7 pl.

Mexique. — *Mexico.* Bol. Inst. Geol. de Mexico. N° 10.

R. Aguilar y Santillán : Bibliografía Geol. y Minera de la Rep. Mexicana, 158 p.

— Mem. y Rev. Soc. cientifica Antonio Alzate. XI, 1-8, 1897-98.

C. Mottl : Observations sismiques à Orizaba pendant 1895, p. 41-64. — Ex. Ordoñez : Excursiones verificadas durante el 7e Congreso Geol. Internacional, p. 81-89. — E. Ordoñez : Les gisements d'or du Mexique, p. 217-223. — F. de Montessus de Ballore : L'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud sismiques, p. 263-272.

Portugal. — *Porto.* Rev. Sc. Nat. e Sociaes. V, N° 20, 1898.

Carlos Ribeiro, p. 153-177.

République Argentine. — *La Plata.* Direccion gen. de Estadistica de la Provincia de Buenos-Aires, 1898.

Memoria Demográfico por 1895.

Russie. — *Helsingfors.* Bull. Commission Géol. de la Finlande. 1898, N° 7.

Jul. Ailio : Ueber Strandbildungen des Litorina Meeres auf des Insel Maritsinsaari, p. 1-43, carte.

Moscou. Bull. Soc. I. des Nat. 1897, 2.

J. Samvilow : Béresowite, un nouveau minéral de Béresowsk en Oural, p. 290-291.

Saint-Pétersbourg. Travaux de la Section géol. du Cabinet de Sa Majesté. II, 3, 1898.

A. Inostranzew : Description géol. du N. W. de la feuille 14 (zone VIII) de la Carte générale du gouvernement de Tomsk, p. 1-106 (Résumé fr., p. 106-117), 1 pl.

— Verh. der Russischen K. Mineralog. Ges. 1898.

Systematisches Sach- und Namen-Register zu d. 2ten Serie (1885-1895).

— Materialien zur Geol. Russlands. XVIII, 1897.

N. Bogoslowsky : Der Rjasan-Horizont, seine Fauna, seine stratigraphischen Beziehungen und sein wahrscheinliches Alter, p. 1-158 (Résumé all., 137-157). — N. Krischtafovitsch : Kurzer Bericht über Untersuchungen der Kreideablagerungen in den Gauvernements Lublin und Radom, p. 159-170 (russe). — M. N. Miklucha-Maklay : Geol. Skizze des Kreises Olonetz und der Inseln des Ladoga-Sees in der Umgebung non Walaamo, p. 171-264 (russe).

— Soc. I. des Nat. CR. 1897, 8; 1899, 1-2.

B. Séménow : Note préliminaire sur la faune des dépôts crétaciques de Mangyschlak, p. 89-94 (résumé).

Suède. — *Upsala.* Bull. Geol. Inst. of the University. III, 2, 1897.

C. Wiman : Ueber Silurische Korallenriffe in Gotland, p. 311-326 (pl. 8-9). — Rutger Sernander : Zur Kenntniss der Quartären Säugethierfauna Schwedens, p. 327-342. — Otto Nordenskjöld : Ueber einige Erzlagerstätten der Atacamawüste,

p. 343-351. — C. Wiman : Ueber den Bau einiger gotländischen Graptoliten, p. 352-368 (pl. 11-14). — H. Munthe : On the interglacial submergence of Great Britain, p. 369-411. — P. J. Holmquist : Ueber mechanische Störungen und chemische Umsetzungen in dem Bänderthon Schwedens, p. 412-432 (pl. 15-18). — A. G. Högbom : Ueber einige Mineralverwachsungen, p. 433-453.

Suisse. — *Chur.* Naturforsch Ges. Graubündens Jahrber. (2), XLI, 1898.

Chr. Tarnuzzer : Die erratischen Schuttmassen der Landschaft Churwalden-Parpan nebst Bemerkungen über das Krystallinische Konglomerat in der Parpaner Schwarzhornkette, p. 1-55, 6 fig., 1 carte.

Genève. Arch. Sc. phys. et nat. (4), V, 7-10.

E. Pearce : Recherches sur le versant S. E. du massif du Mont-Blanc, p. 56-89, 134-159, 257-275 et 320-340. — H. Schardt : Les progrès de la Géologie en Suisse pendant l'année 1897, p. 276-290, 340-358.

Lausanne. Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. (4), XXXIV, Nos 128-129.

H. Schardt : Les régions exotiques du versant N. des Alpes suisses, p. 114-220.

— Eclogæ Geol. Helvetiæ. V, Nos 2, 5 et 6.

Schardt et du Pasquier : Revue géol. pour 1895. — Schardt : Id. pour 1896 et 1897.

Zurich. Naturforsch. Ges. Vierteljarrsschr. XLIII, 1-3, 1898.

A. Heim : Geologische Nachlesen, N° 8 : Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiathale Kanton Tessin, p. 1-24 (pl. 1). — N° 9 : Querprofil durch den Central-Kaukasus längs der crusinischen Heerstrasse, verglichen mit den Alpen, p. 25-45 (pl. 2). — C. Mayer-Eymar : Neue Echiniden aus den Nummulitengebilden Egyptens, p. 46-45 (pl. B-6).

— Eidgenössisch. Polytechnikum.

Katalog der Bibliothek, 6e ed., 1896, 8°, 800 p.

Uruguay. — *Montevideo.* Ann. del Museo Nacional. III, 9, 1898.

Séances des 5 et 19 Décembre 1898

1° Non périodiques

Angelis (*Joaquin de*). Los primeros antozoos y briozoos miocenicos recogidos en Cataluña. Trad. de J. Almera. 8°, 31 p. Barcelone, 1898.

Bigot (*A.*). Les Dinosauriens. Ex. Rev. gén. d. Sc., 1898, p. 462-468.

Broeck (*Van den*). Origine et signification des Mistpœffers. Les manifestations grisouteuses et leur prévision. 8°, 27 p. Liège. 1898.

Ficheur (*E.*). CR. des excursions de la Réunion de la Soc. Géol. en Algérie en 1896. Ex. B. S. G. F., 1896.

— Terrains néogènes du Sahel d'Alger. Plissements du Massif de Blida. Bassin tertiaire de Médéa. Structure du Djurjura. B. S. G. F., 1896.

Imbeaux (*E.*). Essai programme d'hydrologie (*suite*). II, Pluies et neiges. Ex. Zeitschr. für Gewässerkunde, 8°, p. 255-278. Leipzig, 1898.

Lahille (*F.*). Note sur le nouveau genre d'Echinides fossiles *Iheringia*. Ex. Rev. del Museo de la Plata, VIII, 8°, 15 p., 2 pl.

Œhlert (*D.-P.*) et *Bigot* (*A.*). Le Massif silurien d'Hesloup. B. S. G. F., 1898.

Penck (*A.*). Reisebeobachtungen aus Canada. Ex. Ver. f. Verbr. Naturwiss. Kenntn., XXXVIII, 54 p. Vienne, 1898.

— Friedrich Simony ein Alpenforscher. Ex. Geogr. Abh., VI, 8°, 113 p., 22 pl. Vienne, 1898.

Peron (*A.*). Excursion géol. dans les Vosges. Ex. B. Soc. Sc. Yonne, 1897, 8°, 25 p.

Ficheur (*A.*). Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le S. de Constantine. Ex. CR. Ac. Sc., 20 juin 1898.

Zimmermann (*M.*). Le régime glaciaire au Groenland. Ex. Ann. de Géogr., VII, 16 p., 6 pl. Paris, 1898.

Stuart-Menteath. La Nueva Geologia Francesa. Ex. Rev. Minera, XLIX, 3 p. Madrid, 1898.

2° Cartes

Carte géolog. internation. de l'Europe, feuilles 15, 16, 22, 23, 31, 32, 39.

Autriche-Hongrie. — *Vienne*. Atlas der Oesterreichischen Alpenseen herausgegeben von Dr. Albrecht Pench und Dr. Eduard Richter. 1re livraison : Die Seen des Salzkammergutes (18 cartes) ; 2e livraison : Seen von Kárnthen, Krain und Südtirol (10 cartes).

Italie. — *Rome*. Carta geologica delle Alpi Apuane in 4 fogli e 3 tavole de Sezioni 1/50.000e, publicata per cura del R. Ufficio geologico, 1897.

Roumanie. — Harta geol. gen. a Romaniei lucrată sub Dir. D. Gr. Stefanescu, feuilles B VI-XLIII, B I-XXXVIII, B II-XXXIX, B V-XLII.

3° Périodiques

France. — *Amiens*. Bull. Soc. linn. du N. de la Fr. XIII, 297-298.

Avignon. Mém. Ac. de Vaucluse. XVII, 3.

Boulogne-sur-Mer. Mém. Soc. Ac. XVIII ; Bull. V, 5-6 (1896-1898).

Dunkerque. Bull. Soc. pr l'encouragement Sc., Lett. et Arts. XXX.

Dr Duriau : Les eaux potables à Dunkerque, p. 155-229.

Lille. Soc. Géol. du N. Ann. XXVII, 2.

J. Gosselet et Malaise : Sur la terminaison du massif ardoisier de Fumay, p. 59-65. — H. Parent : Contribution à l'étude du Jurassique du Bas-Boulonnais, p. 65-107. — J. Gosselet : Notes sur la carte géologique des Planchettes de Gédinnes et de Willerzies, p. 107-112, pl.

Moulins. Rev. Sc. du Bourbonnais. XI, N° 131.

Paris. — L'Anthropologie. IX, 5.

E. Piette et J. de la Porterie : Etudes d'ethnographie préhistorique ; fouilles à Brassempouy en 1897, p. 531-556.

— Com. des Travaux sc. et hist.

Liste des membres du Comité. — Bibliographie des Missions, Bibliothèques, Archives.

— La Nature. 1330-1334, XXVIe et XXVIIe années.

M. Boule : Excursion scientifique de « La Nature », p. 417-425. — St. Meunier : Excursion géologique du Muséum, p. 34-38.

— Ac. Sc. CR. 21-24.

Election de M. Depéret comme correspondant en remplacement de M. Pomel. — C. Bertrand : Conclusions générales sur les charbons humiques et les charbons de purins, p. 822. — B. Renault : Constitution des tourbes, p. 825. — G. Vasseur : Sur la découverte de fossiles dans l'étage de Vitrolles, p. 890. — Election de M. Marsh comme correspondant en remplacement de M. Hall. — A. Lacroix : Modifications endomorphes du gabbro du Pallet (Loire-Inf.), p. 1038. — St. Meunier : Rôle de la sédimentation souterraine dans la constitution du sol d'une partie du département de l'Orne, p. 1041.

— Club Alpin Fr. Bull. mensuel. 1898, 11.

— Soc. de Géogr. CR. 1898, 8.

— Soc. Fr. de Minéralogie. Bull. XXI, 6.

— Le Naturaliste. N° 282.

E. Massat : Un fossile problématique, p. 269-271. — Ph. Glangeaud : Les Cochons et leurs ancêtres, p. 271-273.

— Rev. critique de Paléozoologie. II, 4.

Cossmann : Paléozoologie générale. — Sauvage : Reptiles. — G. Dollfus : Crustacés. — Cossmann : Paléoconchologie. — J. Lambert : Echinodermes. — G. Dollfus : Zoophytes, Foraminifères, Spongiaires, Graptolites. — Choffat : Bibliographie du groupe de *Ostrea Joannae.*

Saint-Etienne. Bull. Soc. Ind. Minérale. [3], XII, liv. 2, 1898.

Bel : Aperçu des gîtes minéraux de l'Indo-Chine centr. connus en 1897, p. 381-409.

Allemagne. — *Berlin.* Zeitsch. D. Geol. Ges. L, 2, 1898.

A. Tornquist : Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Recoaro und Schio (im Vicentin), p. 209-233, pl. 8-10. — J. R. van Calker : Ueber eine Sammlung von Geschieben von Kloosterholt (Provinz Groningen), p. 234-246. — J. Felix : Zur Kenntniss der Astrocoeninae, p. 247-256, pl. 11. — A. Cathrein :

Dioritische Gang- und Stockgesteine aus dem Pusterthal, p. 257-278. — Bernhard Spechtenhauser : Diorit- und Norit-Porphyrite von S' Lorenzen im Pusterthal, p. 279-322. — G. Boehm : Ueber Caprinidenkalke aus Mexico, p. 323-332. — Max Schlosser : Das Triasgebiet von Hallein, p. 333-384, pl. 12-13. — G. Fliegel : Die Verbreitung des marinen Obercarbon in S. und O. Asien, p. 385-408, pl. 14. — Detlev Lienau : Fusulinella, ihr Schalenbau und ihre systematische Stellung, p. 409-419, pl. 15. — F. Rinne : Ueber Pseudodiscordanz, p. 420-422, 3 fig. — E. Kayser : Weiterer Beitrag zur Kenntniss der älteren paläozoischen Faunen Süd-Amerikas, p. 423-429, pl. 16. — G. Boehm : Geol. Beobachtungen am Lago di Sta Croce, p. 430-434. — R. Hauthal : Ueber Patagonisches Tertiär, p. 436-440.

— Ges. für Erdk. Verh. XXV, 8-9, 1898.

Gotha. Petermanns Mitt. XLIV, 11, 1898.

J. E. Rosberg : Die Geologische Aufnahme Finlands, p. 260-262.

Leipzig. Geol. Spezialkarte d. K. Sachsen. Erläuterungen.

J. Hazard : Bl. 73. Ostritz-Bernstadt, 30 p. — O. Hermann : Bl. 89. Hischfelde-Reichenau. 40 p. — Th. Siegert : Bl. 107. Zittau-Oybin-Lausche, 86 p., 1 pl. — E. Weise : Bl. 150. Bobenneukirchen-Gattendorf, 69 p. — O. Hermann et R. Beck : Bl. 86. Hinterhermsdorf-Daubitz, 53 p.

Mulhouse. Bull. Soc. industrielle. Août-Sept. 1898.

Stuttgart. N. Jahrb. für Min. Geol. Pal. 1898, II, 3.

M. Bauer : Beiträge zur Geologie der Seychellen, insbesonder zur Kenntniss des Laterits, p. 163-219, pl. 10-11. — K. von Kraatz-Koschlau : Glazialstudien aus der Umgegend von Halle, p. 220-227.

— 1899, I, 1. F. Rinne : Beitrag zur Kenntniss der Natur des Krystallwassers, p. 1-31, 1 fig. — T. Philippi : Ueber einen Dolomitisierungsvorgang an S. Alpinen Conchoden-Dolomit, p. 32-46, pl. 1. — W. Spring : Ueber die eisenhaltigen Farbstoffe sedimentärer Erdboden und über den wahrscheinlichen Ursprung der rothen Felsen, p. 47-62. — F. Toula : Eine Geol. Reise nach Kleinasien, p. 63-70. — A. Fock : Ueber feste Lösungen, p. 71-75.

Australie. — *Sidney.* Geol. Surv. of New S. Wales. Mem. Pal. N° 6, 1898.

L. G. de Koninck : Descriptions of the Palaeozoic fossils of New S. Wales (trad. du français), 4°, 297 p., 24 pl.

Autriche-Hongrie. — *Vienne.* Jahrb. K. K. Geol. R. Anstalt. XLVII, 3-4, 1897.

J. N. Woldrich : Uebersicht der Wirbelthierfauna des « Böhmischen Masws » während der anthropozoischen Epoche, p. 393-428. — A. Bittner : Ueber die stratigraphische Stellung des Lunzer-Sandsteins in der Triasformation, p. 429-454. — K. A. Weithofer : Der Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel des niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenbeckens, p. 455-478, pl. 13-14. — Oth. Abel : Ueber einige artesische Brunnenbohrungen in Ottakring und deren geologische und palaeontologische Resultate, p. 479-504. — Fr. E. Suess : Der Bau des Gneissgebietes von Gross-Bittesch und Namiest in Mähren, p. 506-532, pl. 15. — Fr. Schraffer : Der Marine Tegel von Theben-Neudorf in Ungarn, p. 533-548. — Carl. Gorjanović-Kramberger : Das Tertiär des Agramer Gebirges, p. 549-566. — Wawrzyniec-

Teisseyre : Zur Geologie der Bacauer Karpathen, p. 567-736, pl. 16-17. — C. V. John und C. F. Eichleiter : Arbeiten aus d. chemischen Laboratorium der k. k. Geol. R. Anstalt, in d. Jahr. 1895-97, p. 737-766.

— XLVIII, 1, 1898. A. Bittner : Ueber zwei neue Brachiopoden aus dem Lias und der Gosaukreide von Salzburg, p. 1-8, pl. 1. — Jon. Simionescu : Ueber die Geologie des Quellgebietes der Dimbovicoara (Rumänien), p. 9-52. — C. M. Paul : Der Wienerwald, ein Beitrag z. Kenntniss der N. Alpinen Flyschbildungen, p. 53-178, pl. 2-6 (carte 1/200.000e). — Em. Titze : Bemerkungen über das Project einer Wasserversorgung der Stadt Brünn aus dem Gebiet N. Zettowitz, p. 179-206.

— Geogr. Abh. von Prof. Penck. V, 3-5 ; VI, 1-2, 1893-1897.

V : J. Cuijić : Das Karstphänomen, p. 217-329. — VI : J. Müllner : Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun, Erläuter. zur 1. Liefer. des Oesterr. Seenatlas, p. 1-115, pl. 1. — Ed. Richter : Seestudien, Erläuter. zur 2. Liefer. des Oesterr. Seenatlas, p. 121-191, 3 pl.

Canada. — *Toronto.* Proceed. Canadian Inst. (2), I, 6, Nov. 1898.

Espagne. — *Madrid.* Act. Soc. Esp. de H. N. Nov. 1898.

Macpherson : Origen probable de las rocas cristalinas, p. 187-188. — R. Chaves : Nuevas contribuciones al estudio de los minerales de Maro, p. 189-192.

États-Unis. — Amer. Museum of Nat. Hist. Bull. XI, 1, 1898.

R. P. Whitfield et E. O. Hovey : Catalogue of the Types and figured specimens in the Palaeontological Collection of the Geol. Depart' Amer. Museum of Nat. Hist., VII-72 p.

— Memoirs. II, 1, Juin 1898.

Cambridge. Proc. Am. Ac. Arts and Sc. XXXIV, 1, Août 1898.

Minneapolis. The Am. Geologist. XXII, 3-4, Sept.-Oct. 1898.

A. H. Elftman : The Geology of the Keweenawan Area in N.E. Minnesota, p. 131-149, pl. 7. — W. Upham : Raised Shorelines at Trondhjem, p. 149-154. — H. L. Fairchild : Glacial Geol. in America, p. 154-189. — Editorial : The W. Coast of Greenland, p. 189-193. — Wm. L. Dawson : Glacial Phenomena in Okanogan County Washington, p. 203-217. — E. W. Claypole : Microscopical Light in geological darkness, p. 217-228. — N. H. Winchell : On the Characters of Mesolite from Minnesota, p. 228-230. — Warr. Upham : Glacial Rivers and Lakes in Sweden, p. 230-235.

New-Haven. The Amer. Journ. of Sc. (4), VI, 36, Déc. 1898.

J. W. Spencer : Another Episode in the History of Niagara Falls, p. 439-450. — J. E. Todd : Revision of the Moraines of Minnesota, p. 469-477. — A. E. Ortmann : Some new marine Tertiary horizons discovered by J. B. Hatcher near Punta Arenas Magellanes, Oule, p. 478-482. — O. C. Marsh : 1 : The comparative Value of different kinds of Fossils to determining Geol. Age, p. 483-486. — 2 : On the Families of Sauropodous Dinosauria, p. 487-488. — Arth. E. Eakle : A Biotite-tinguaite Dike from Manchester by the Sea, Essex County, Mass., p. 489-492.

New-York. Ac. of Nat. Sc. Ann. XI, 2, Août 1898.

Stuart Weller : Descriptions of Devonian Crinoids and Blastoids from Milwaukee, Wisconsin, p. 117-126, pl. 14.

Philadelphie. Science. (2), VIII, 205-206, Déc. 1898.

— Trans. of the Am. Philos. Soc. XIX, 2-3, 1898.

W. Scott : Notes on the Canidae of the White River Oligocene, p. 325-415, pl. 19-20.

Washington. Smithsonian miscellaneous Collections, 1125-1126.

Grande-Bretagne. — *Dublin.* Proc. R. Irish Ac. (3), V, 1, Déc. 1898.

G. W. Chaster : On the Mollusca (excl. Cephalopoda and Nudibranchiata) obtained of the SW. Coast of Ireland between 1885-88, p. 1-33.

Londres. Proc. Geol. Association. XV, 10, Nov. 1898.

Long Excursion to the Birmingham District, p. 417-428, pl. 13. — Excursion to Hillmorton and Rugby, p. 428-433. — to Aldeburgh, Westleton and Dunwich, p. 434-444. — to Godalming, p. 445-450. — to Crowborough, p. 450-452. — to Sudbury, p. 452-456. — to Kingswood and Walton on the Hill, p. 456 458. — to Upper Warlingham and Worms Heath, p. 458-459. — to Sheppey, p. 459-462. — to Gravesend, p. 463-464.

— The Geol. Magazine. (4), XII, 414, Déc. 1898.

A. S. Woodward : On a Devonian Coelacanth Fish. p. 529-531. — R. Bullen Newton : On Lower Tertiary Shells from Egypt, p. 531-541, pl. 19-20. — G. C. Crick : On a deformed Ammonite from the Gault of Folkestone, p. 541-542. — F. A. Bather : Studier in Erdrioasteroidea *Dinocystis Barroisi*, p. 543-548, pl. 21. — O. C. Marsh : Value of Type Specimens, p. 548-552. — F. R. Cowper Reed : Blind Trilobites, p. 552-559. — Edward Greenly : Arenig Shales at Menai Straits, p. 560-562. — T. Groom : On the Martley Quartzite, p. 562-564. — R. M. Deebley : Glacier Motion and Erosion, p. 564-565.

Newcastle. Trans. of the N. England Inst. of Mining and Mechanical Engineers. XLVIII, 1-6-7, 1898.

W. Peile : Transvaal Coal-Field, p. 20-31, pl. 1. — S. J. Becher : The Nullagine District, Pilbara Goldfield W. Australia, p. 44-52.

Italie. — *Modène.* Boll. Soc. Sismologica. IV, 4, 1898.

C. Davison : On the Investigation of Seismic Periodicity by the Method of overlapping Means, p. 84-100. — B. V. Matteucci : Sull' incremento dell' attivita presentata dal Vesuvio nei mesi di aprile-maggio, p. 101-104.

Rome. Atti R. Ac. dei Lincei. RC. (5), VII, 9-10, Nov. 1898.

F. Millosevich : Zofro ed altri minerali della miniera di Malfidano presso Buggerru (Sardegna), p. 249-254.

— Publ. della Carta Geol. It. 1898.

Cenni relativi alla Carta geol. delle Alpi Apuane, 48 p.

Mexique. — *Mexico.* La Naturaleza. II, 12 ; III, 1-2, 1897-1898.

T. L. Laguerenne : La hydrografía subterránea del Estado de Morelos y la parte N. del Estado de Guerrero, p. 44-48.

— Soc. scient. Antonio Alzate. Mémoires et Revue. XI, 9-12.

E. Ordoñez : Les volcans Colima et Ceboruco, p. 325-333.

Russie. — *Moscou.* Bull. Soc. I. des Nat. 1897, 3-4.

J. Walther : Geol. Studien in Transcaspien, p. 437-443.

Saint-Pétersbourg. Bull. Ac. I. Sc. (5), VII, 3-5, 1897 ; VIII, 1-5, 1898 ; IX, 1, 1898.

— Comité Géol. Bulletin. XVI, 3-9, 1897 ; XVII, 1-3, 1898.

XVI : J. Morozewicz : Explorations le long du chemin de fer d'Ekaterinebourg-Tchéliabinsk, p. 131 (résumé), 2 pl. — N. Yakowlew : L'anticlinal de Drouchkovka-Konstantinovka au bassin houiller du Donetz, p. 142-143 (résumé). — N. Sokolow : Quelques données concernant le changement périodique de la salure de l'eau dans le liman du Boug, p. 154 (résumé). — E. de Toll : Recherches géol. dans la région du fleuve Aa de Kourlande (résumé), p. 188-190. — B. Laskarev : Recherches géol. dans le district de Kemenetz (Volhynie), p. 266-268 (résumé). — N. Bogolowsky : Recherches géol. dans les districts de Nijni-Lomow et Narovtschat (gouv. de Penza), p. 277 (rés.). — Quelques observations sur les sols de la Crimée, p. 288-289 (rés.). — XVII : Compte-rendu des travaux du Comité géol. en 1897, p. 1-86 (en russe), 1 pl. : Table gén. de la Carte géol. de la Russie d'Europe publiée par le Comité géol. — A. Michalsky : Notice sur les Ammonites (résumé), p. 122-132. — J. Morozewicz : Composition lithologique du Plateau granitique de Marioupol, p. 166-167 (rés.). — A. Stückenberg : Recherches géol. dans la région de la feuille 140 (Oural Central), p. 176-177 (rés.). — Toll : Sur la flore postglaciaire de Tittelmünde en Courlande, p. 182-183 (rés.).

— Suppl. t. XVI. Bibliothèque géologique de la Russie, 1896, sous la direction de S. Nikitin, 1897, 244 p, 577 N^os, Index.

— Verh. der Russischen K. Mineralog. Ges. (2), XXXV, 2, 1898.

J. Tolmatschow : Ueber das Rapakivi-ähnliche Gestein vom Ural und seinen Contact mit dem Mitteldevonischen Kalkstein, p. 176-179. — A. Michalski : Notizen über die Ammoniten. 1, Ueber die wahre Form der Parabelaperturen bei *Perisphinctes* und über die Aequivalenz der Parabelknoten mit den echten Stacheln wie sie *Aspidoceras* und andern Ammoniten eigen sind, p. 181-232. — A. Klaponin : Quelques mots sur la météorite trouvée près de Toubil (gouv. d'Iénisséisk), p. 233-241.

Suisse. — *Genève.* Arch. Sc. phys. et nat.

81e réunion de la Société helvétique des Sc. Nat. à Berne en 1898. CR. des travaux de géologie et de géographie, p. 480-495.

L'Archiviste, **Armand THÉVENIN.**

Le Secrétaire, **E. de MARTONNE.**

FIN DE LA LISTE DES DONS POUR 1898

LILLE. — IMP. LE BIGOT FRÈRES.

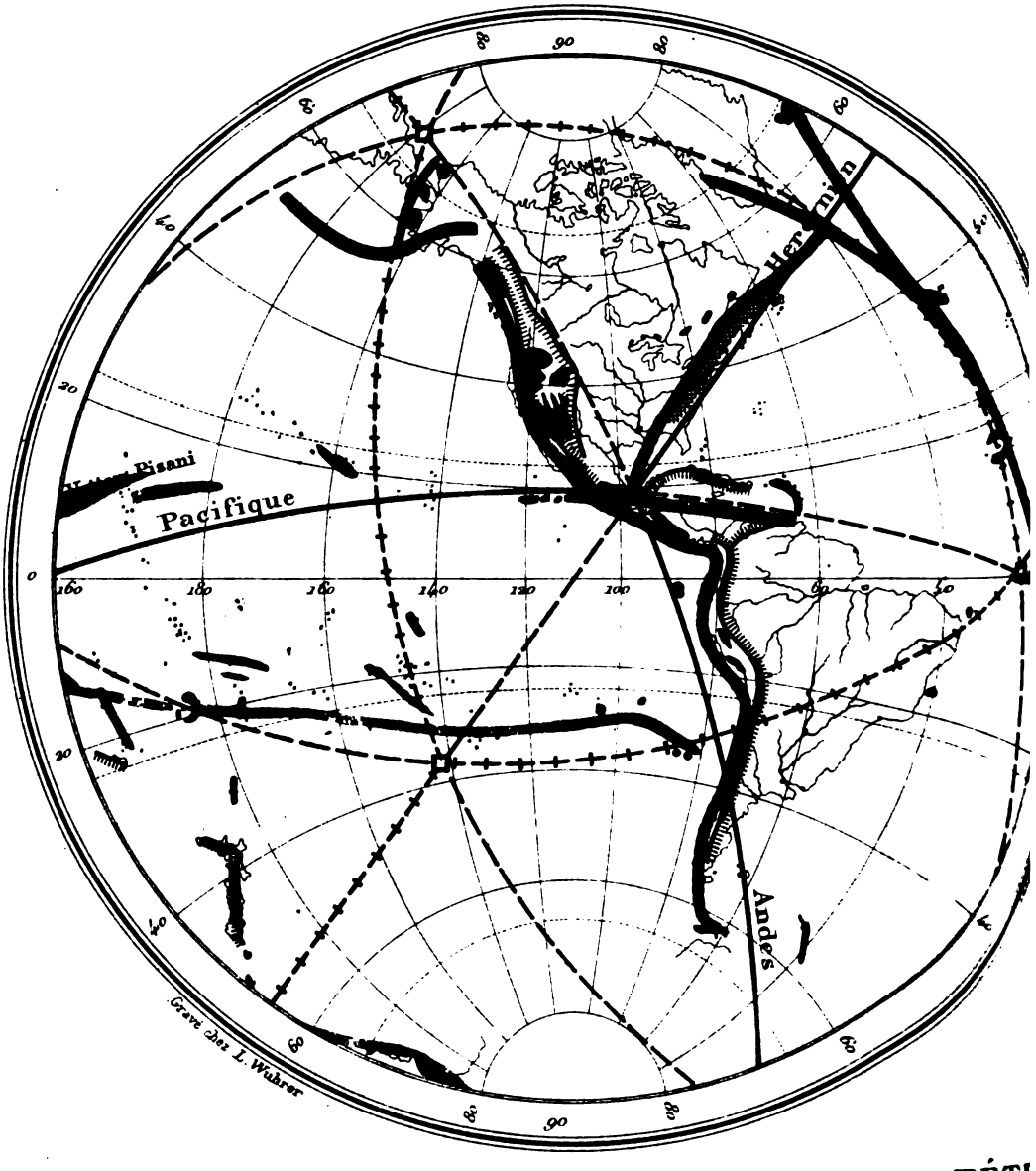
Légende

Grands cercles

Arêtes du tétraèdre.

Arêtes des pyramides.

Méplats.



TÉTI

en projectio

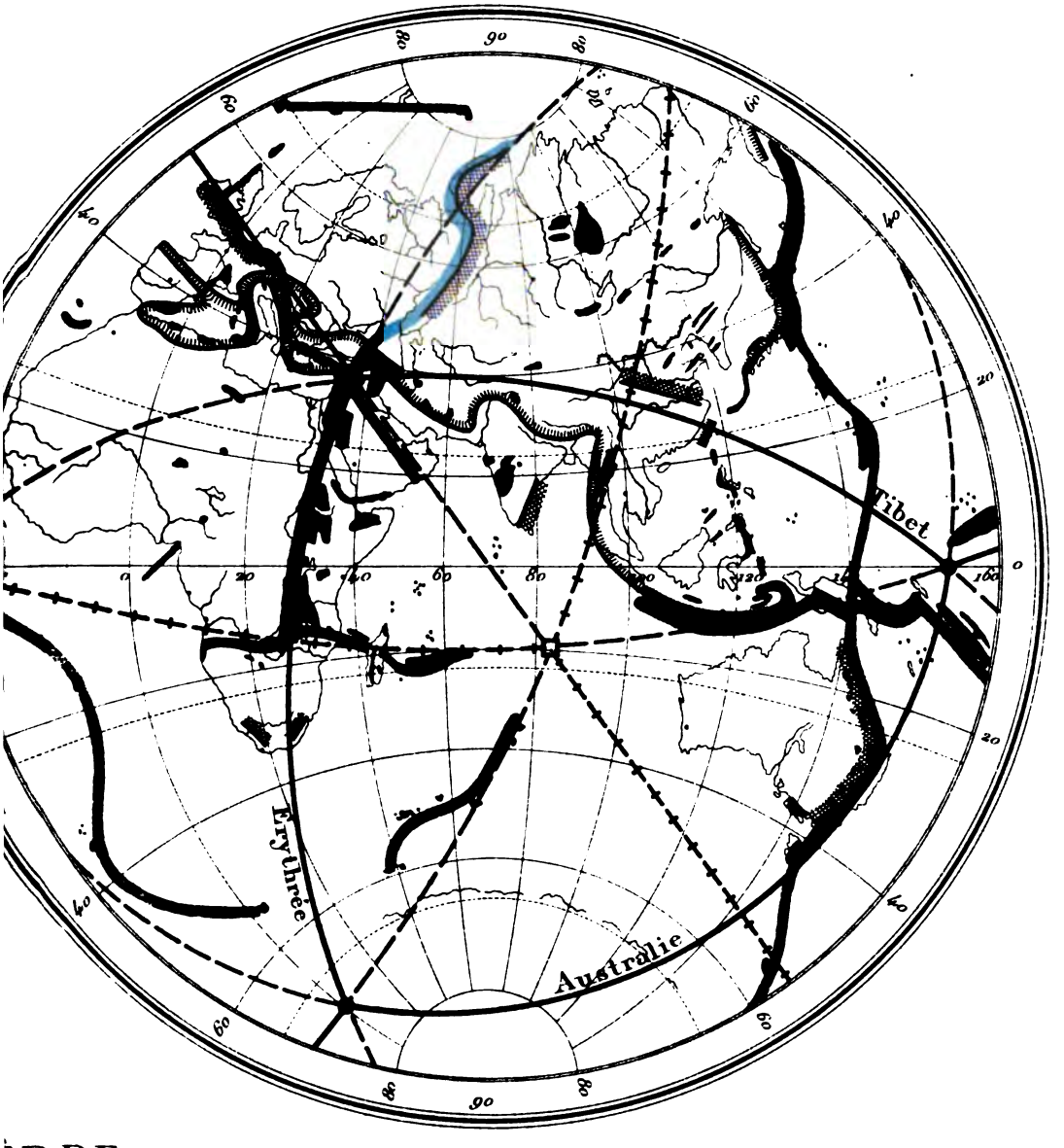
Légende

Plissements alpins.

Plissements hercyniens.

Epanchements volcaniques.

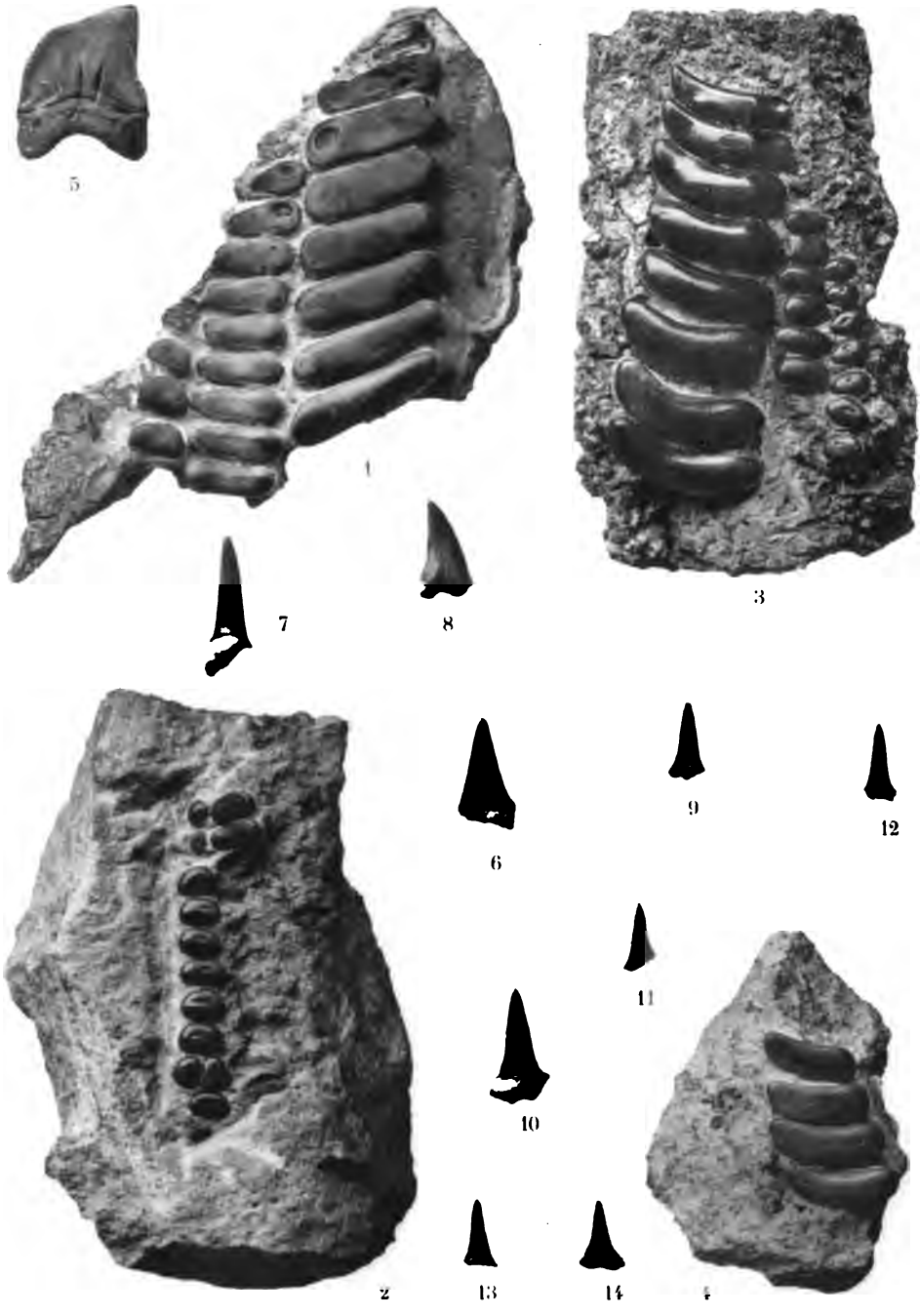
Lignes directrices des grands cercles.



ÈDRE

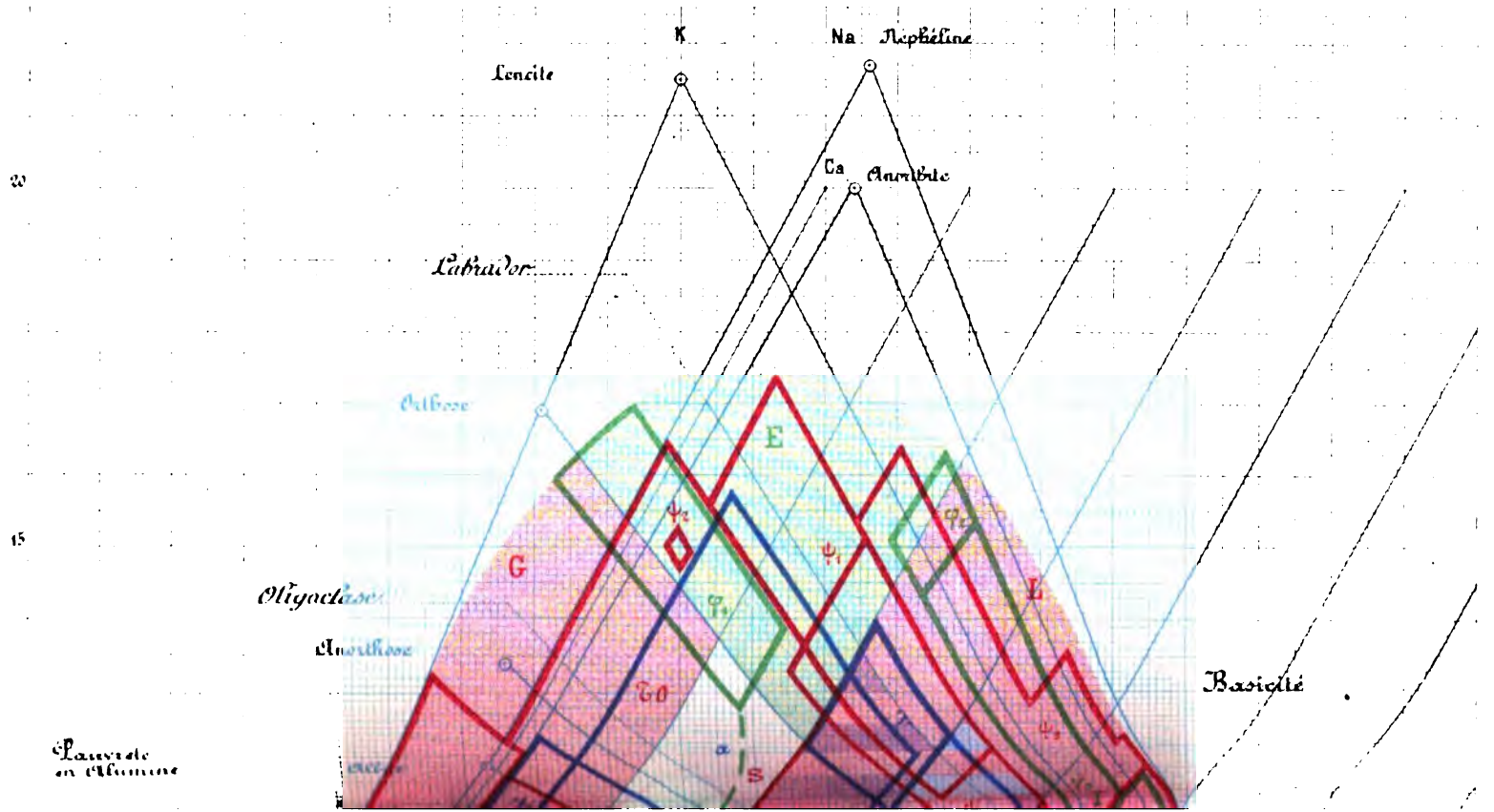
téréographique.

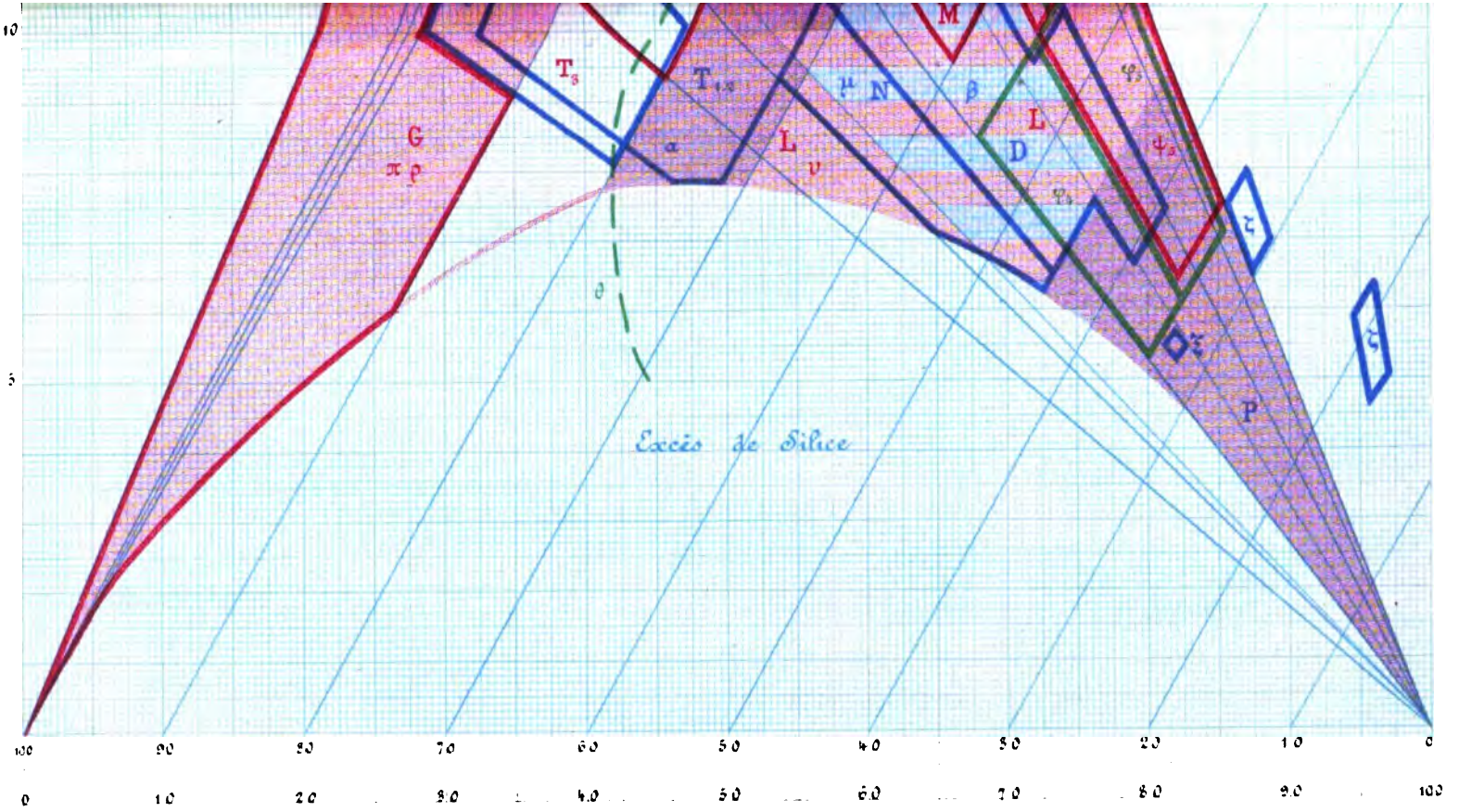
Note de M. F. Priem



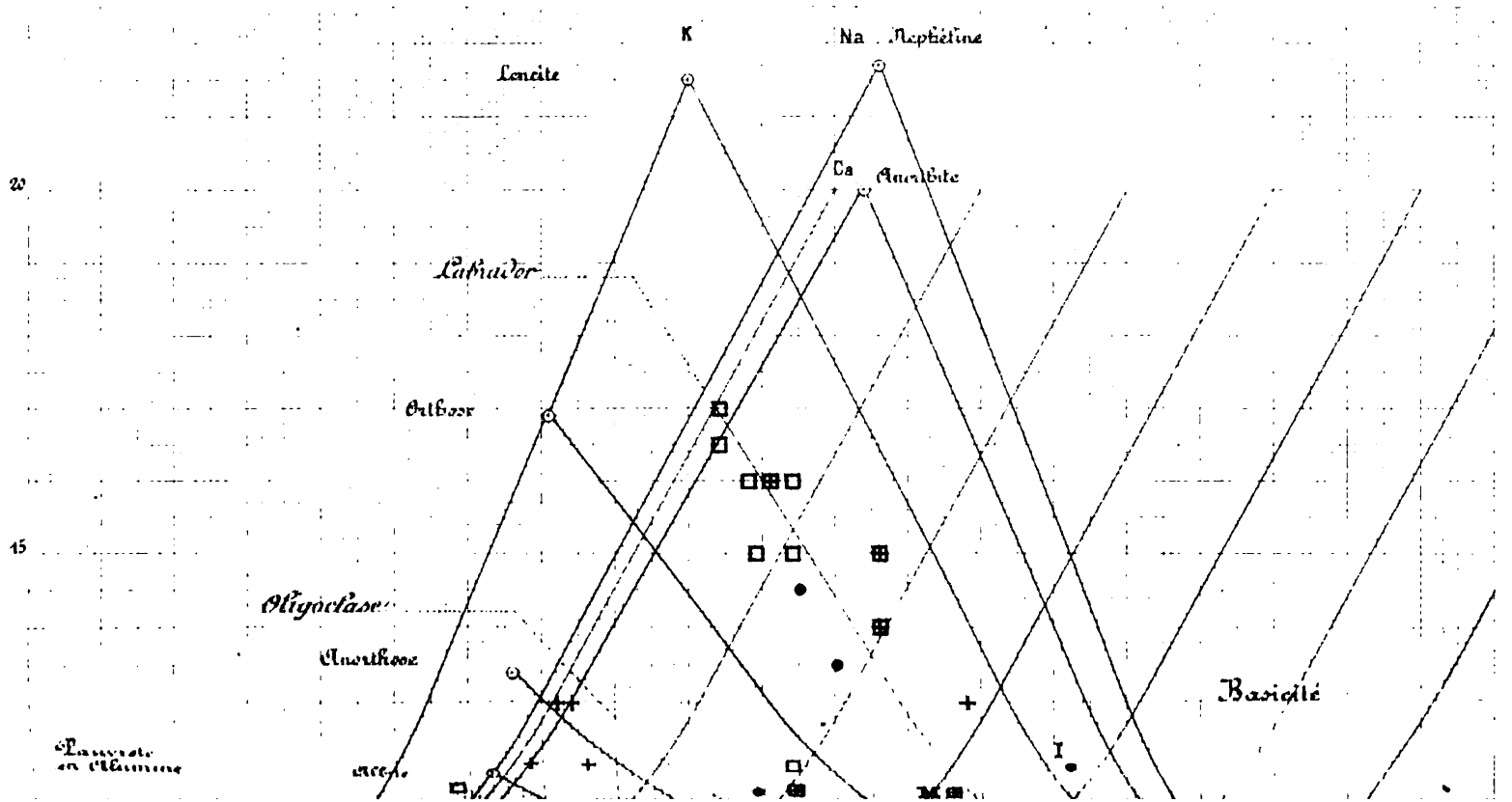
Clichés et phototypie Dr G. Pilarski 15, Rue Morère, Paris

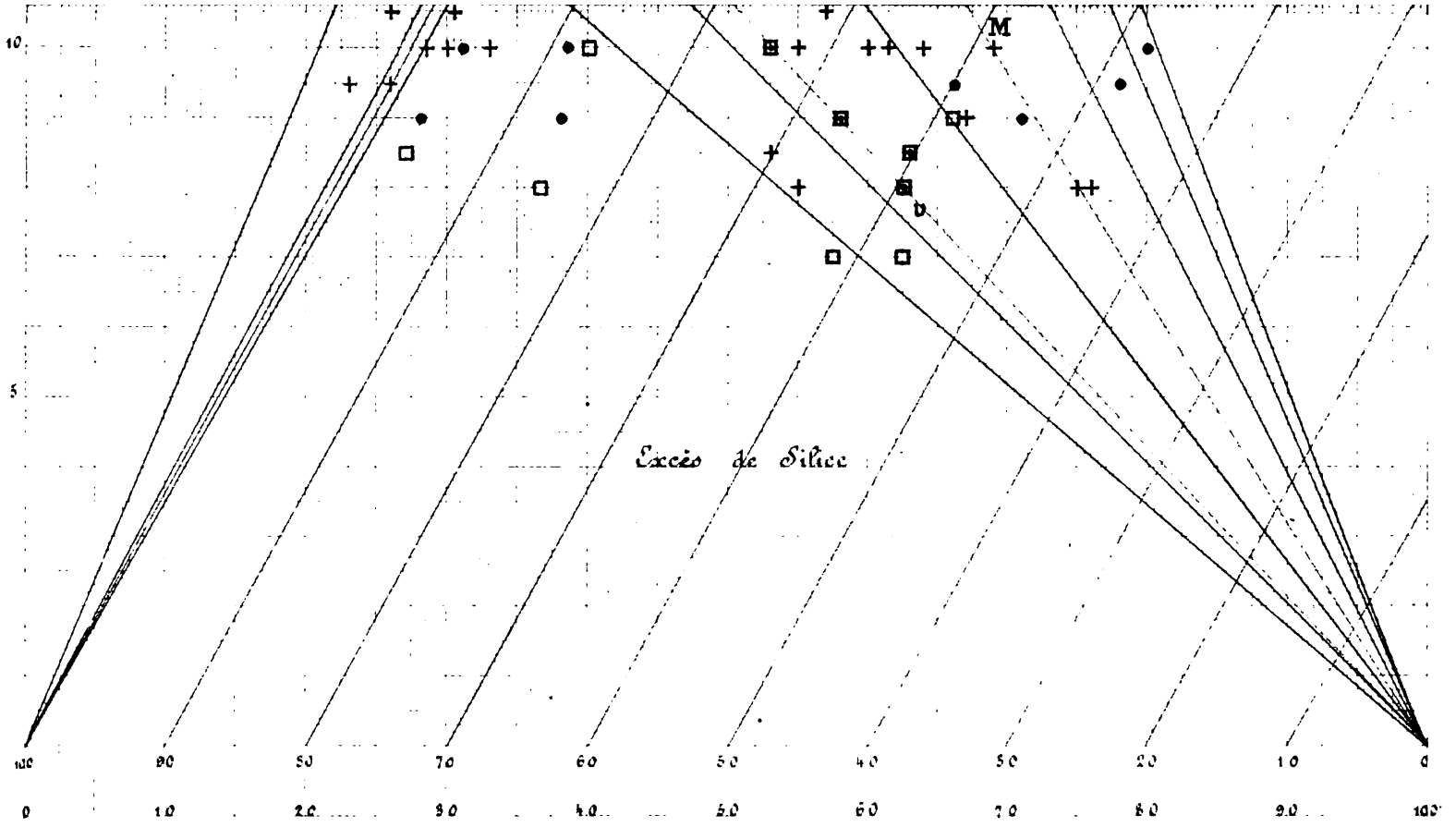
Pycnodontes et Squales crétacés du bassin de Paris

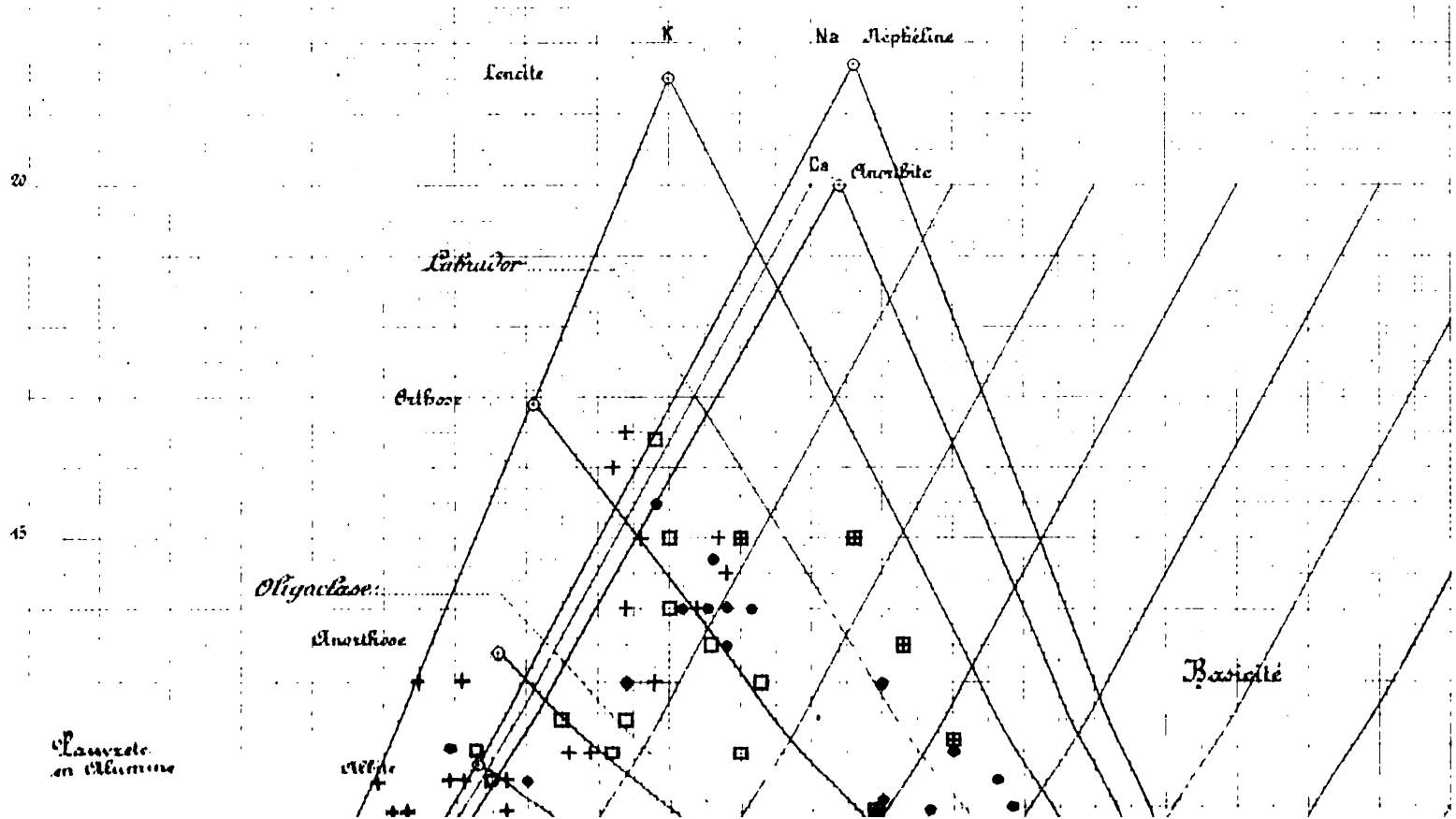

K
Na
Néphéline
Leucite
Ca
Anorthite
Labrador
Orthose
Oligoclase
Anorthose
Basicité
Pauvreté en Alumine
20
15
E
G
L
TO
S

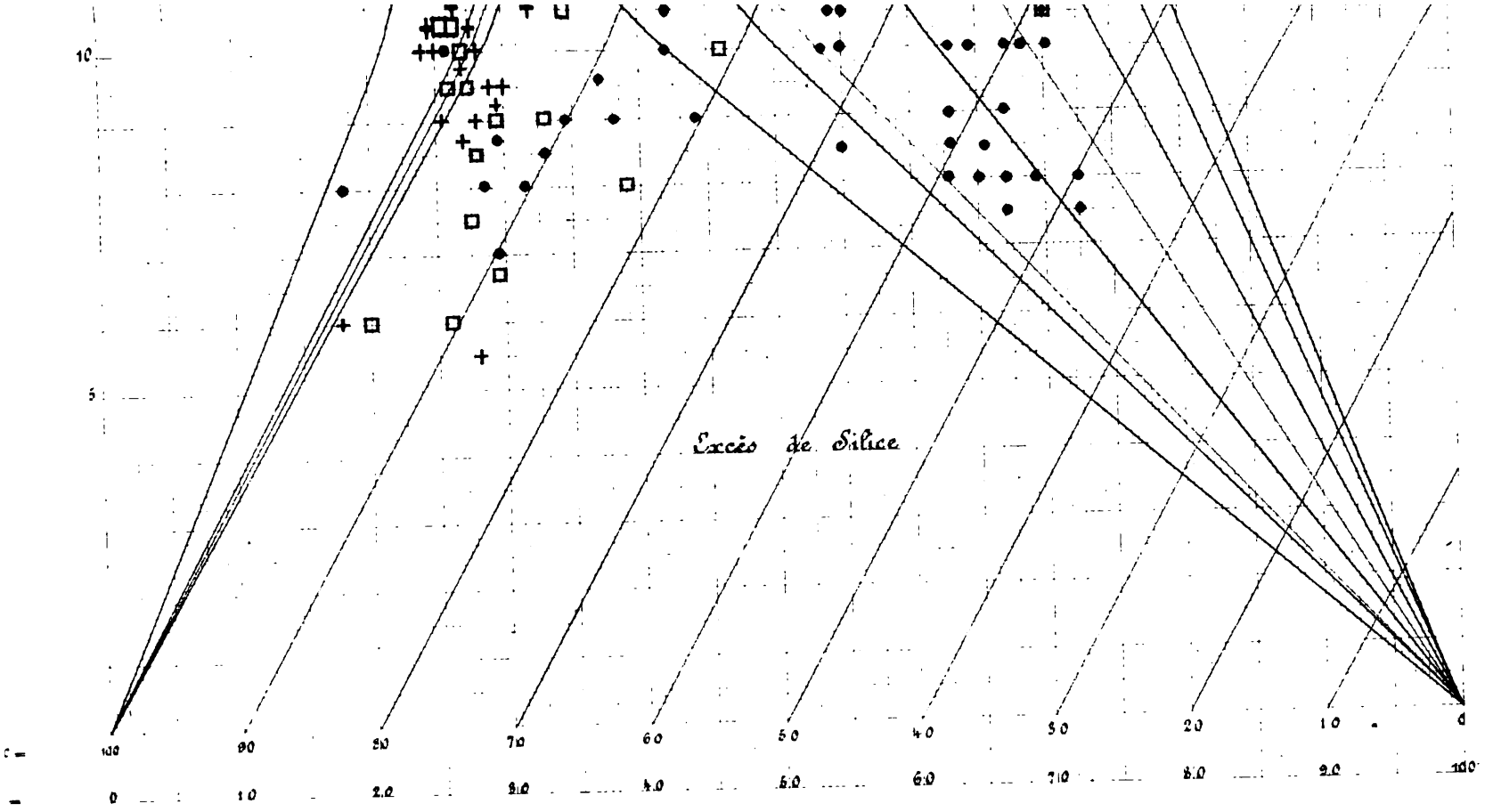


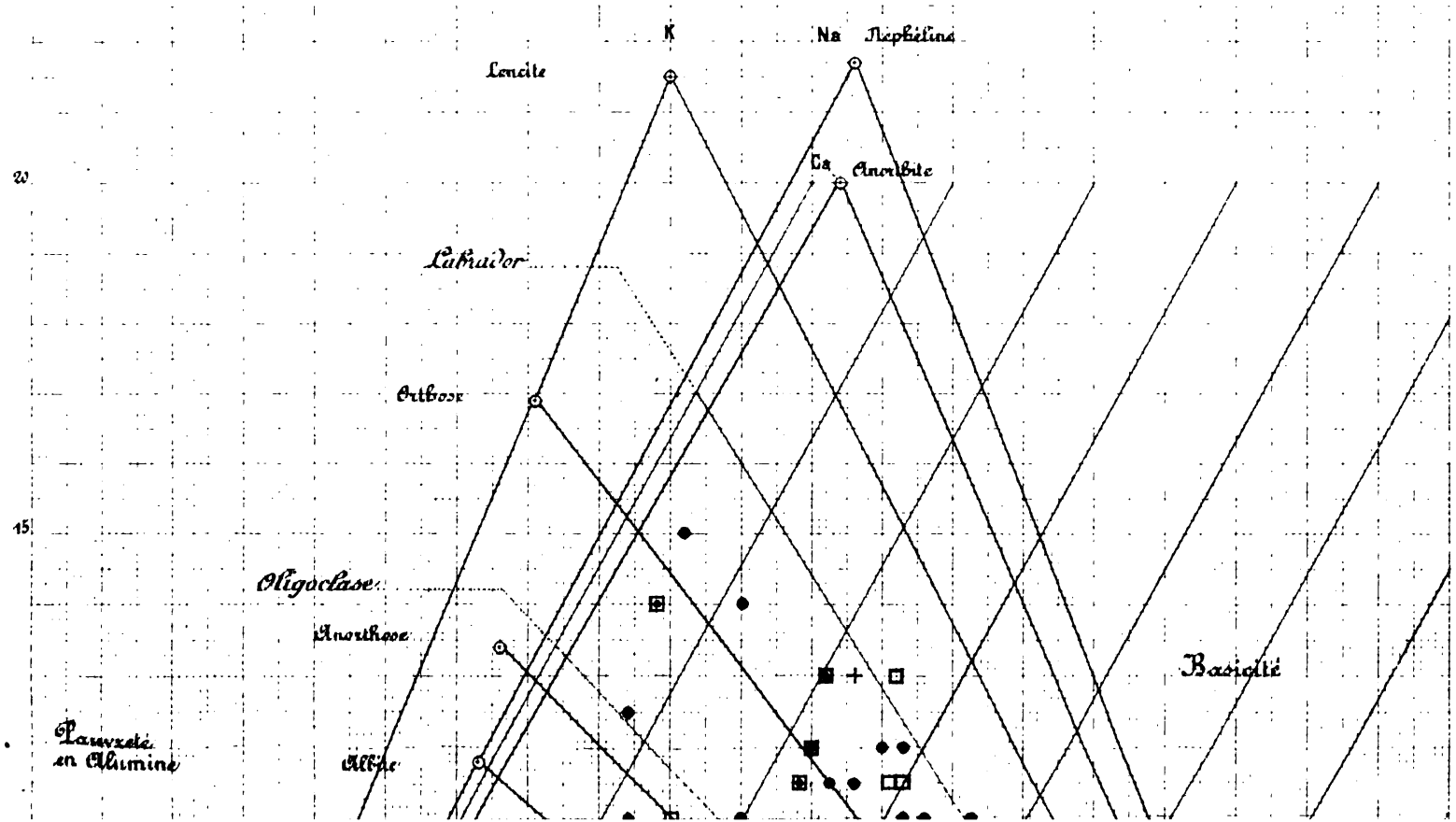
Excès de Silice
G
π ρ
T3
T1.2
α
L
ν
μ N
β
M
L
D
φ3
φ4
ζ
ξ
P
θ
10
5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

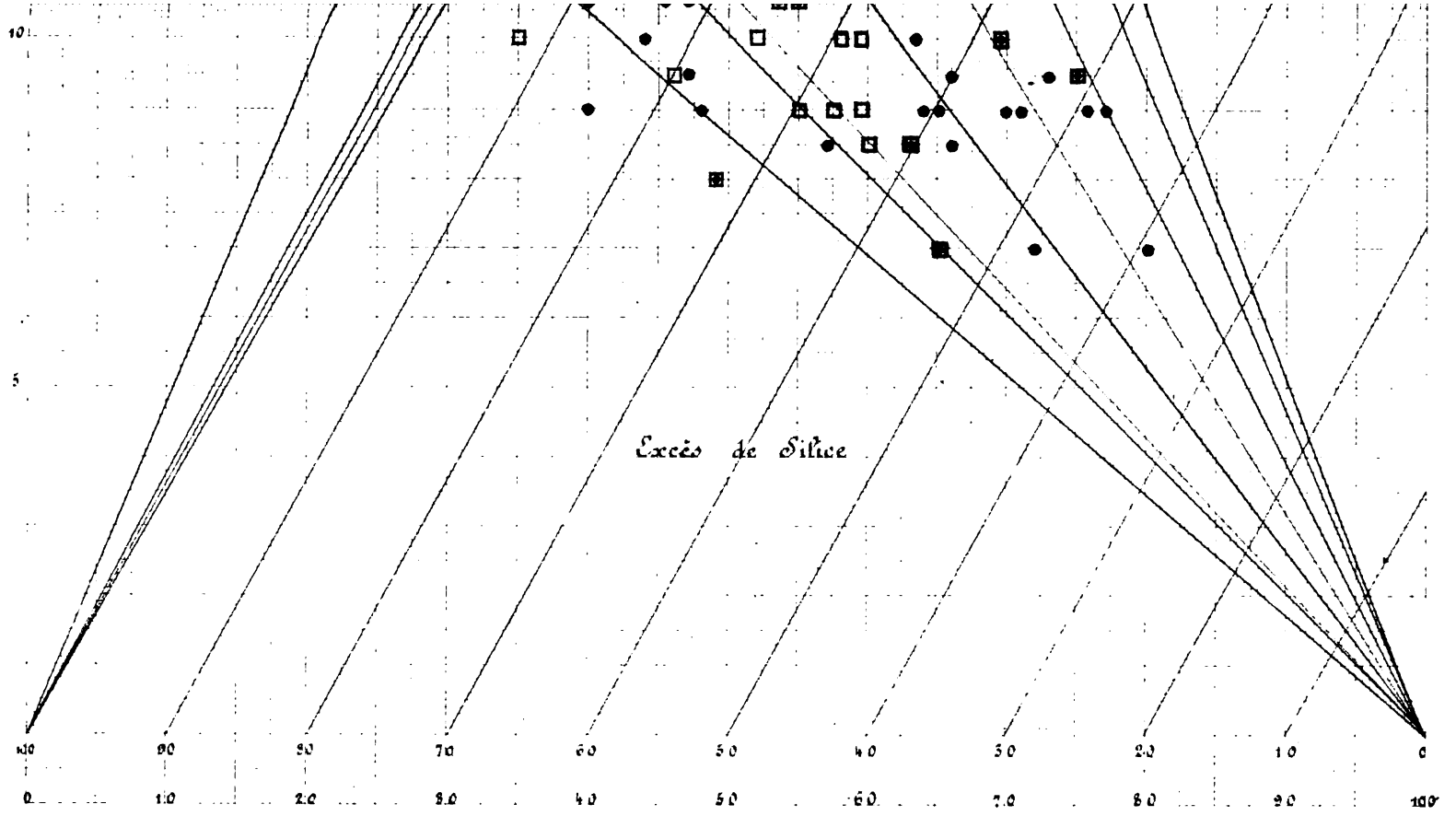

K
Na
Néphéline
Leucite
Ca
Anorthite
Labrador
Orthose
Oligoclase
Anorthose
Basicité
I
20
15

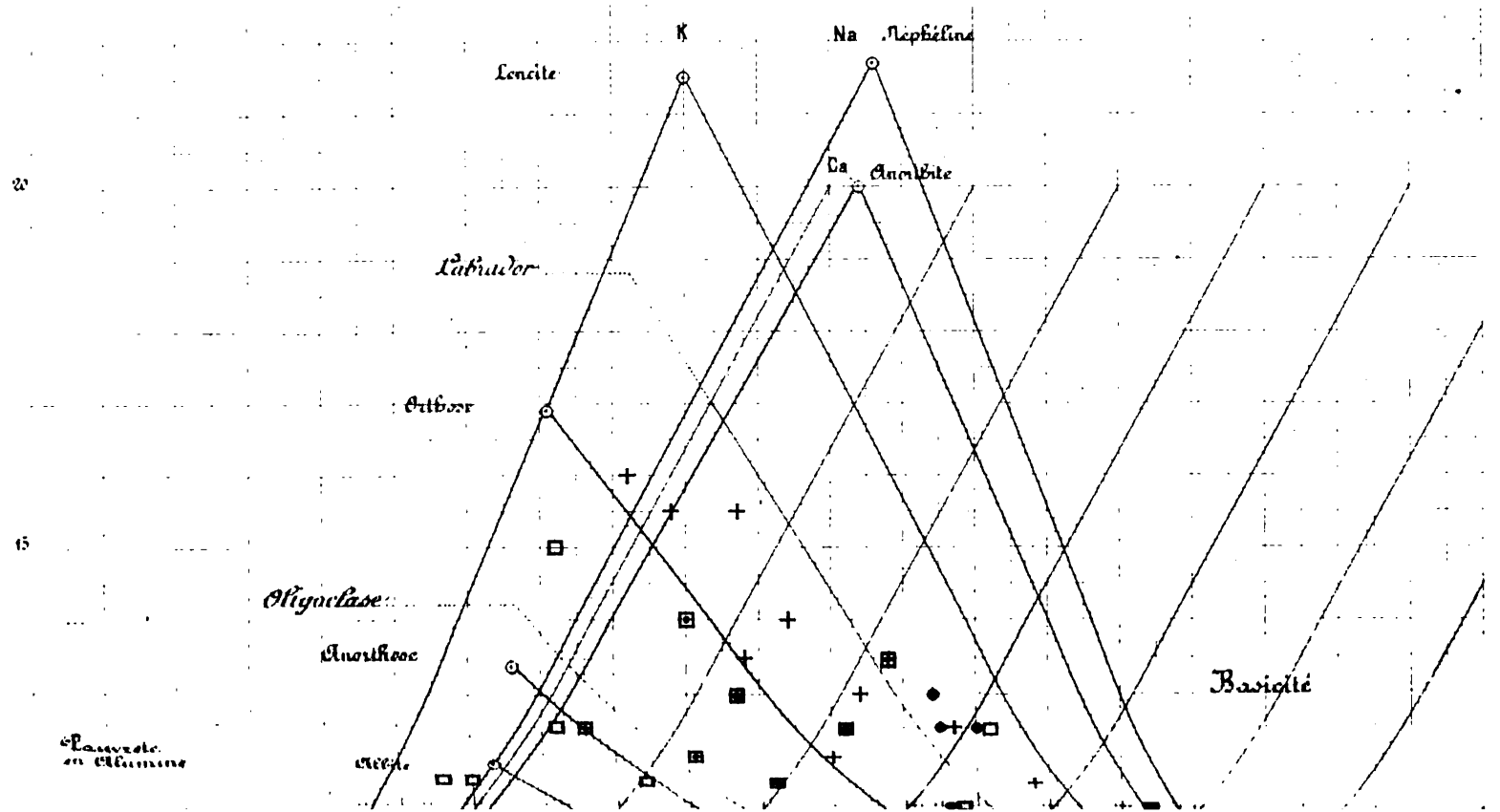

M
b
Excès de Silice
10
5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

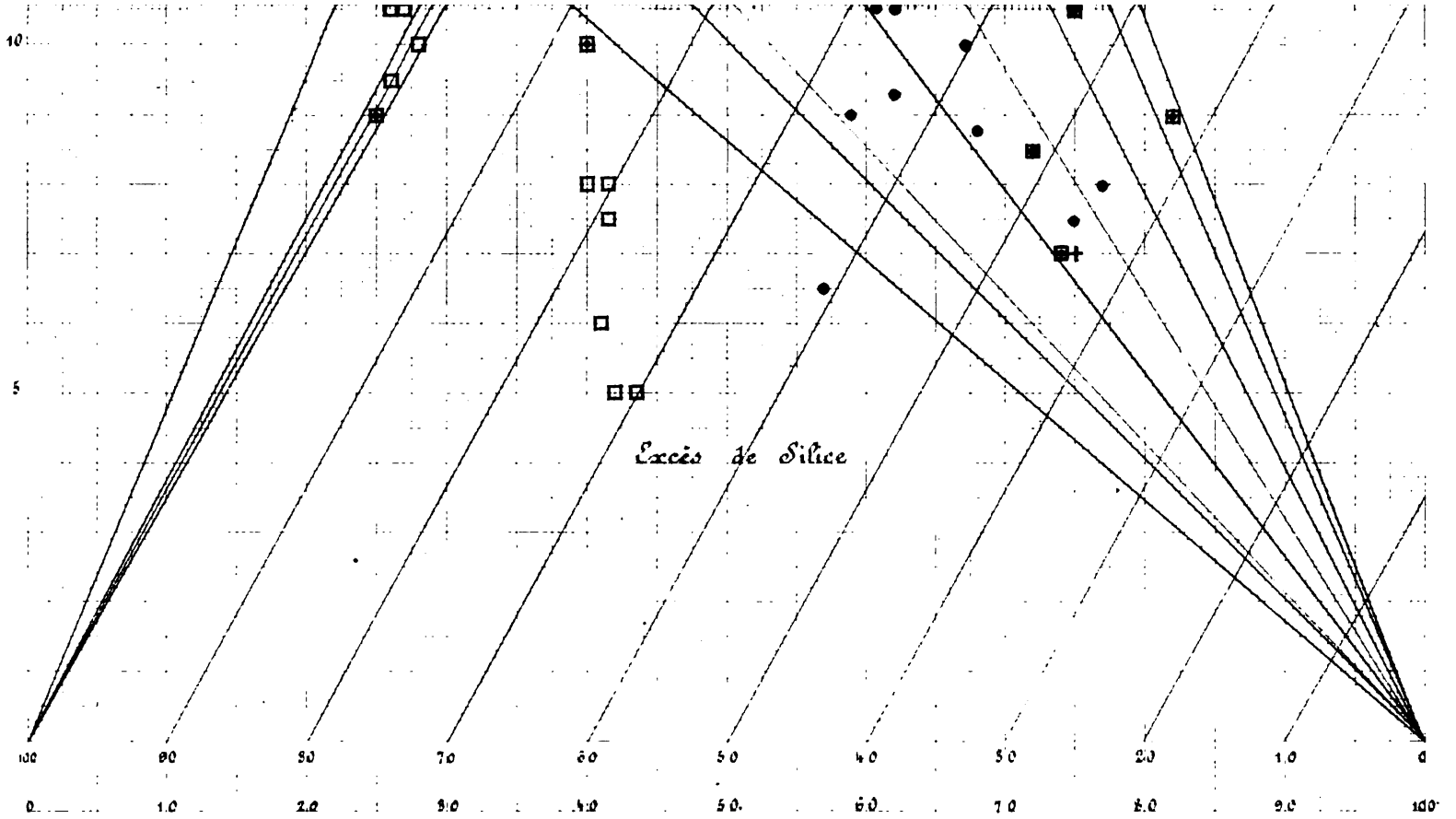

K
Na
Néphéline
Leucite
Ca
Anorthite
20
Labrador
Orthose
15
Oligoclase
Anorthose
Basicité
Lauvrete en Alumine
Albite


Excès de Silice
10
5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100


K
Na
Néphéline
Leucite
Ca
Anorthite
20
Labrador
Orthose
15
Oligoclase
Anorthose
Basalte
Pauvreté en Alumine
Albite


10
5
Excès de Silice
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100


K
Na
Néphéline
Lencite
Ca
Anorthite
20
Labrador
Orthose
15
Oligoclase
Anorthose
Basicité
Pauvreté en Alumine
Albite

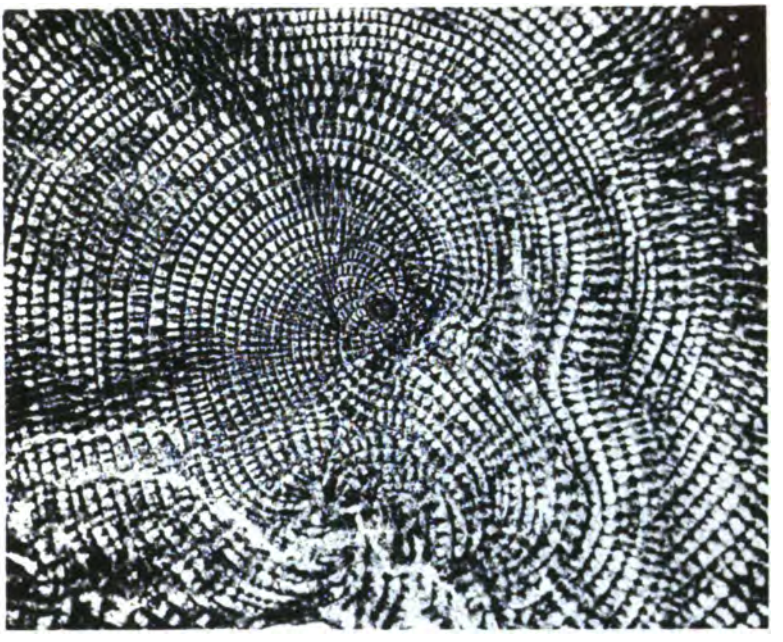

10
5
Excès de Silice
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

1

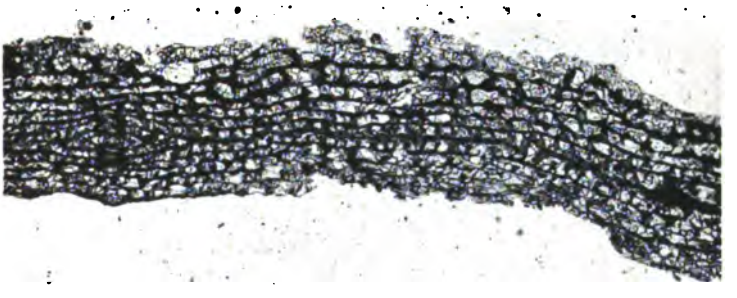
3

Monpillard, phot. 2 Imp. Berthaud, Paris

Meandropsina Vidali Schlumb.



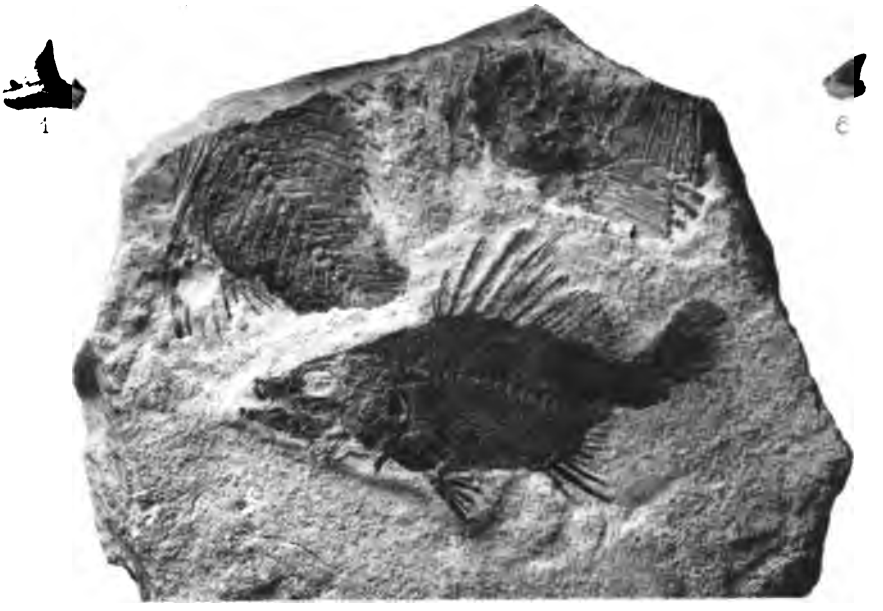
4



5

Monpillard, phot. 6 Imp. Berthaud, Paris

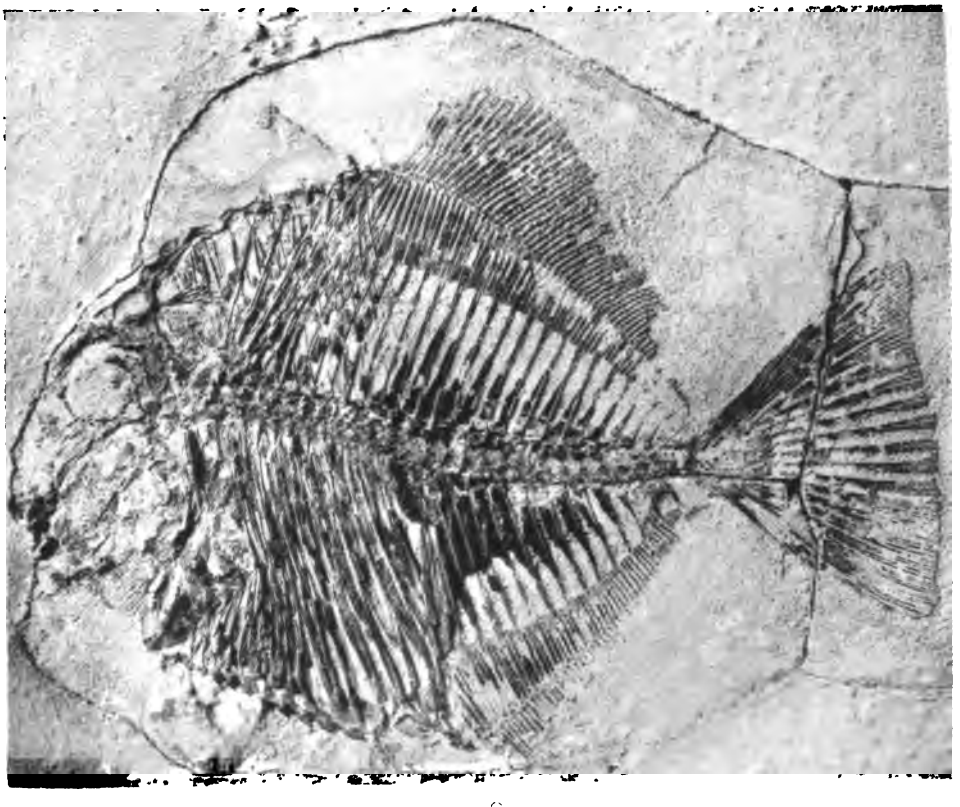
Meandropsina Vidali Schlumb.



Phototypie Dr G. Pilarski 36, avenue de Châtillon, Paris

Poissons fossiles du Mont-Aimé

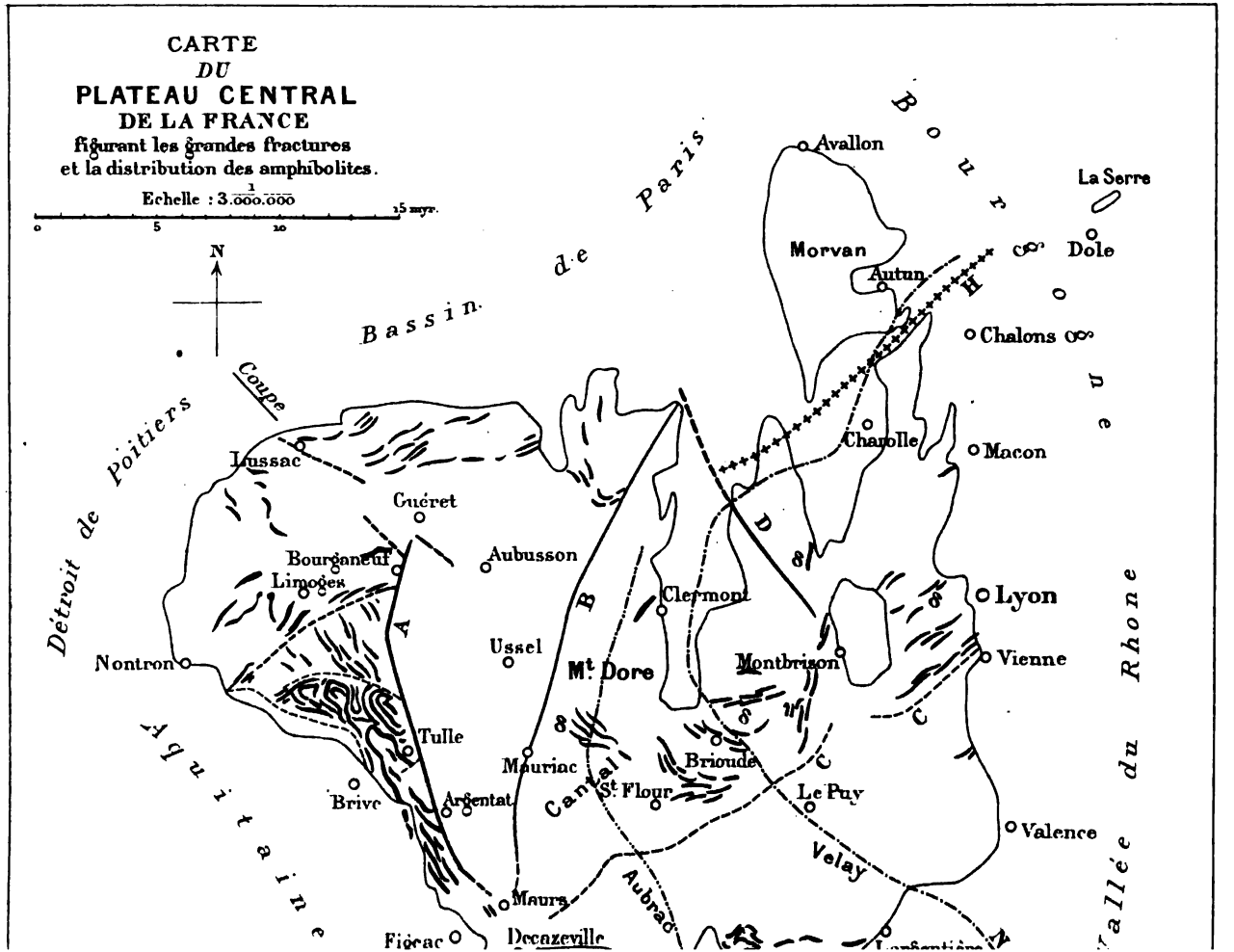
1

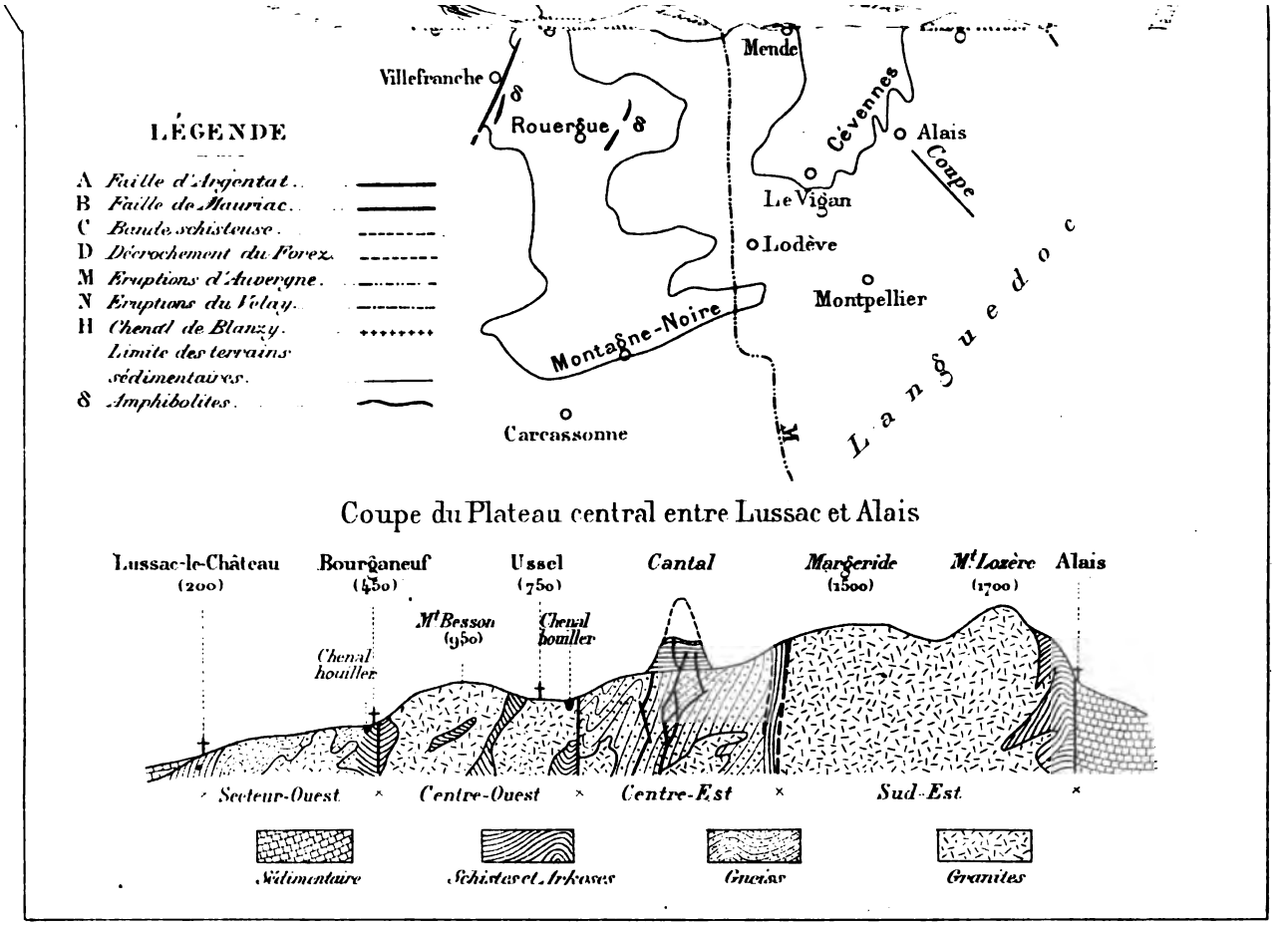


2

Phototypie Dr G. Pilarski. 36, avenue de Châtillon. Paris

Poissons fossiles du Mont-Aimé


CARTE
DU
PLATEAU CENTRAL
DE LA FRANCE
figurant les grandes fractures
et la distribution des amphibolites.
Echelle : 1/3.000.000
0 5 10 15 myr.
N
Coupe
Détroit de Poitiers
Bassin de Paris
Bourgogne
Aquitaine
Vallée du Rhone
Avallon
La Serre
Dole
Morvan
Autun
Chalons
Charolle
Macon
Lussac
Guéret
Bourganeuf
Limoges
Aubusson
Clermont
Lyon
Nontron
Ussel
Mt. Dore
Montbrison
Vienne
Tulle
Mauriac
Brioude
Brive
Argentat
St. Flour
Le Puy
Valence
Velay
Aubrac
Maurs
Figeac
Decazeville
Cantal



Gravé chez L. Wuhrer

Dr G. Pilarski, Imp. 27, Rue de Coulmiers, Paris

Carrière dans le gisement de sel de Cardona

Dr G. Pilarski, Imp. 27, Rue de Coulmiers, Paris

Plis dans la montagne de sel (La Salvoja)
près Cardona

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO IMMEDIATE
RECALL

LIBRARY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS

Book Slip—50m-12,'64(F772s4)458

345826
Société geologique
de France, Paris.
Bulletin.

Call Number:
QE1
S63
ser.3
v.26

F. W. Glatz
Buchbinderei
BERN
Mittelstr. 67

345826

Société geologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.3
v.26

~~GEOLOGY~~
THE PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS